



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**PATOGENISITAS CENDAWAN ENTOMOPATOGEN DARI
RIZOSFIR KACANG TANAH (*Arachis hypogaea* L.)
TERHADAP HAMA PENGGEREK POLONG *Etiella zinckenella*
Treitschke (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)**

SKRIPSI



**FARIDWAN AMRI
1010 212 018**

**JURUSAN AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2015**

**PATOGENISITAS CENDAWAN ENTOMOPATOGEN DARI
RIZOSFIR KACANG TANAH (*Arachis hypogaea* L.) TERHADAP
HAMA PENGGEREK POLONG *Etiella zinckenella* Treitschke
(LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)**

SKRIPSI

OLEH

**FARIDWAN AMRI
1010 212 018**

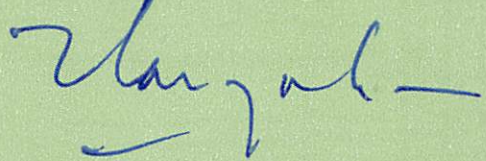
MENYETUJUI :

Dosen Pembimbing I



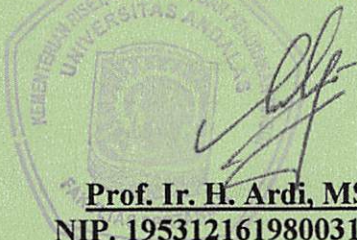
**Ir. Martinius, MS
NIP. 195905251986032001**

Dosen Pembimbing II



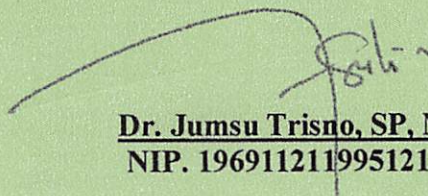
**Dr. Ir. Reflinaldon, M.Si
NIP. 196406231990031003**

**Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Andalas**



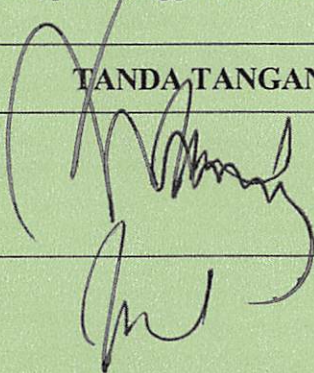
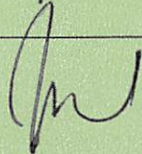
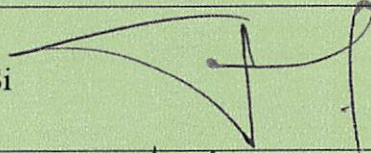
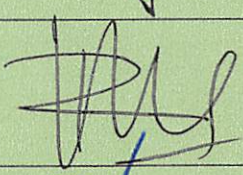
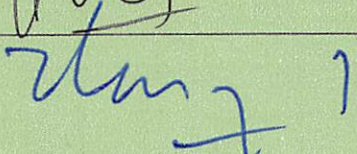
**Prof. Ir. H. Ardi, MSc
NIP. 195312161980031004**

**Ketua Program Studi Agroekoteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Andalas**



**Dr. Jumsu Trisno, SP, M.Si
NIP. 196911211995121001**

Skripsi ini akan diuji dan dipertahankan di depan Sidang Panitia Ujian Sarjana
Fakultas Pertanian Universitas Andalas, pada tanggal 13 Juli 2015

No.	NAMA	TANDA TANGAN	JABATAN
1.	Dr. Ir. Munzir Busniah, MSi		Ketua
2.	Ir. Winarto, MS		Sekretaris
3.	Prof. Dr. Ir. Trizelia, MSi		Anggota
4.	Ir. Martinius, MS		Anggota
5.	Dr. Ir. Reflinaldon, MSi		Anggota



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan) kerjakan dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap".

(Q.S. Alam Nasyah 6-8)

Hidup adalah perjuangan. Dan perjuangan hari ini belum usai sampai di sini. Ini hanyalah awal untuk memulai perjuangan hidup berikutnya. Tak ada kata menyerah. Selalu berusaha dan berserah diri pada yang kuasa. Semoga perjuangan yang telah terlewat menjadi ridho dan berkah dari Allah Ta'ala. Amin.

SPECIAL THANK'S TO :

Allah SWT yang telah memberikan hidayah dan karunia – NYA sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Rasulullah SAW, semoga kelak penulis bisa berada di dalam barisan beliau menuju jannatunna'im.
Amin.

Kedua orang tua: ayahanda (Amrizal S.Pd) dan Ibunda (Khadiyah). Doa, semangat, kasih sayang dan cinta kalian sangat berarti bagi ku. Tanpa kalian aku takkan seperti ini. Maafkan aku yang belum bisa membalas semua pengorbanan kalian. Semoga persembahan kecil ini bisa sedikit membalas itu semua. Kakak dan abang ku tercinta Zaitun S.Pd dan Ihsan Amri S.T. Nasihat, motivasi, dan saran-saran kalian sangat membantu ku hidup dipertantauan ini. Maaf kalau tak semua nasihat belum bisa ku jalankan dengan baik. Semoga ke depan aku bisa menjadi seperti yang kalian harapkan. Adikku Siti Rahmah, abang sayang-imah. Semoga imah bisa berubah dan kembali seperti kayak dulu lagi. Tersenyum dan membuat bangga orang tua dari keluarga. Jagoan kecil kamu M. Zamuddin Amri, ukir terus prestasimu adikku. Buat selalu bangga ayah dan mamak. Tambah lagi jajaran pula di rumah kita. Tapi jangan lupa sama belajar di sekolah ya, sholat selalu di mesjid dan bantu ayah dan mamak di rumah.

Kedua pembimbing: Ibu Ir. Martinus, MS dan Bapak Dr. Ir. Reffinaldon, M.Si. Atas bimbingan, arahan, nasihat dan pelajaran yang telah kalian diberikan dari mulai masalah perkuliahan sampai selesainya penelitian dan skripsi ini.

Teman seperjuangan (Bebek S.P, Ozik, Sueb, Medi). Keluarga Besar Forsilammsu (bg ari'04, bg rian'06, bg adja, bg kos, bg ibal, bg arif darto, bg mail, bg nizar, bg ricki, kak dani, kak elly, kawan-kawan (L-Nur, joko, kudil, elva, dewi, dida, dll) dan adik-adik semuanya (11,12,13,14) terimakasih telah menerimaku menjadi bagian dari keluarga ini. Semoga semakin kompak.

Sahabat FOSMA 163 dan AIS UNAND (bg yalya, kak ida, teman-teman, adik-adik dan semuanya). Kawan-kawan AGET 10, BKJ PERLINTAN, Abg dan kakak senior (bg ade, bg paji, bg ikhsan, bg oyan, bg imam, kak rini, kak puput, kak reni, kak mona, kaka vera, dll), kawan-kawan perlintan 10 (irsyad, yogi, ilham, ikbal, ryan, gise, rita, aulia, rosa, rita, imah, semuanya), dan adik-adik (wilda, jiju, ara, nepi, fia, tika, gylang, fatimah, dll), anak-anak KKN Guguk 8 Koto, Para penghuni sekre FORSILAMMSU (rian, yunus, satria, agus'10, bg nasrul, rizki, harry, yudhi, tole alias irvan, nirwan, ucup, nanda, yasti, Rurina dan agus'13) makasih banyak atas kebersamaan kalian selama ini.

FARIDWAN AMRI, SP

BIODATA

Penulis dilahirkan di Aek Kanopan pada tanggal 07 Juni 1992 yang merupakan anak ketiga dari lima bersaudara, dari pasangan Amrizal dan Khadijah. Pendidikan Sekolah Dasar (SD) ditempuh di SDN 117513 Pulo Tarutung Glugur (1998-2004). Sekolah Menengah Pertama (SMP) ditempuh di SMP Swasta Muhammadiyah 24 Kualuh Hulu (2004-2007), kemudian dilanjutkan ke Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Swasta Muhammadiyah 09 Kualuh Hulu (2007-2010). Tahun 2010 penulis diterima di Program studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.

Padang, Juli 2015

F.A

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Patogenisitas Cendawan Entomopatogen dari Rizosfir Kacang Tanah Terhadap Hama Penggerek Polong *Etiella zinckenella* Treitschke (Lepidoptera: Pyralidae)”**. Shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW semoga kelak kita semua berada di dalam barisan beliau saat yaumul hisab nanti. Amin. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Andalas.

Terima kasih yang setulusnya penulis ucapkan kepada Ayahanda dan Ibunda yang telah memberikan dukungan, semangat, do'a dan kasih sayangnya, kepada Ibu Ir. Martinius, MS dan Bapak Dr. Ir. Reflinaldon, MSi. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, ilmu, motivasi, nasehat dan dukungan selama berlangsungnya perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini. Kemudian penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh civitas Fakultas Pertanian khususnya BKI Perlindungan Tanaman yang telah memberikan bantuan moril dan materil selama proses perkuliahan sampai skripsi ini dapat diselesaikan.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan, maka kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan dari pembaca agar skripsi ini menjadi lebih baik. Demikian, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Padang, Juli 2015

F.A

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Hama Penggerek Polong <i>Etiella zinckenella</i>	4
B. Cendawan Entomopatogen	6
C. Cendawan Entomopatogen Rizosfir.....	8
BAB III METODE PENELITIAN	12
A. Waktu dan Tempat.....	12
B. Bahan dan Alat.....	12
C. Metodologi Penelitian.....	12
D. Pelaksanaan Penelitian.....	13
E. Pengamatan	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
A. Hasil.....	19
B. Pembahasan	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	35
A. Kesimpulan.....	35
B. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
1 Karakter morfologi isolat cendawan rizosfir kacang tanah	20
2 Mortalitas dan sporulasi larva <i>T. molitor</i> setelah inokulasi cendawan rizosfir	21
3 Mortalitas larva <i>E. zinckenella</i> (5 hari setelah perlakuan)	22
4 Nilai LT_{50} isolat cendawan entomopatogen	23
5 Persentase pupa <i>E. zinckenella</i> yang terbentuk setelah inokulasi isolat cendawan entomopatogen	24
6 Persentase imago <i>E. zinckenella</i> yang terbentuk setelah inokulasi isolat cendawan entomopatogen	25

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1 Larva <i>Etiella zinckenella</i> dan gejala serangannya pada polong kacang tanah	6
2 Larva <i>T. molitor</i>	22
3 Laju mortalitas kumulatif larva <i>E. zinckenella</i> setelah inokulasi isolat cendawan entomopatogen	23
4 Larva <i>E. zinckenella</i> sehat dan larva terinfeksi cendawan	24
5 Pupa <i>E. zinckenella</i>	25
6 Imago <i>E. zinckenella</i>	26
7 Bentuk makroskopis dan mikroskopis isolat <i>Metarhizium</i> dan <i>Trichoderma</i>	27
8 Grafik rata – rata diameter koloni isolat cendawan entomopatogen setelah 1-7 hari masa inkubasi	28

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1 Jadwal kegiatan penelitian	42
2 Pembuatan media SDAY dan PDA	43
3 Skema lokasi pengambilan sampel tanah	44
4 Denah penelitian di laboratorium menurut RAL	45
5 Lahan kacang tanah tempat pengambilan sampel tanah	46
6 Koleksi isolat cendawan rizosfir	47
7 Analisis sidik ragam	49
8 Tabel rekapitulasi parameter pengamatan	50

**PATOGENISITAS CENDAWAN ENTOMOPATOGEN DARI
RIZOSFIR KACANG TANAH (*Arachis hypogaea* L.)
TERHADAP HAMA PENGGEREK POLONG *Etiella zinckenella*
Treitschke (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)**

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat cendawan entomopatogen dari rizosfir tanaman kacang tanah dan untuk mengetahui patogenisitasnya terhadap hama penggerek polong *E. zinckenella* yang berasal dari Nagari Sawah Tengah, Kecamatan Pariangan, Kabupaten Tanah Datar. Metode isolasi dilakukan dengan cara pengenceran sampel tanah secara *serial dilution* menjadi 10^{-3} dan dibiakkan di dalam media PDA. Selanjutnya dilakukan pemurnian berdasarkan bentuk dan warna koloni cendawan. Sebanyak 16 isolat yang diperoleh pada tahap awal diseleksi dengan mengujinya terhadap larva instar V *Tenebrio molitor*. Hasil menunjukkan hanya 4 isolat yang dapat dilanjutkan untuk pengujian terhadap hama penggerek polong *E. zinckenella* yaitu isolat STA 1, STA 2.2, STA 5, dan STB 3.1 yang dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Patogenisitas tertinggi diperlihatkan oleh isolat STB 3.1 dengan mortalitas larva 50,00%, penekanan pupa terbentuk sebesar 40%, penekanan imago terbentuk sebesar 62,50% dan LT_{50} selama 5,76 hari. Isolat STB 3.1, STA 1, dan STA 5 berdasarkan identifikasi tergolong dalam genus *Metarhizium*, sedangkan isolat STA 2.2 tergolong dalam genus *Trichoderma*.

Kata kunci: kacang tanah, *E. zinckenella*, cendawan entomopatogen

**PATHOGENICITY OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGUS
FROM PEANUT'S RHIZOSPHERE ON POD BORER *Etiella*
zinckenella Treitschke (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)**

Abstract

The objective of this study was to get entomopathogenic fungi isolates of bean plant rhizosphere soil and to determine the pathogenicity of the pod borer *E. zinckenella* derived from Nagari Sawah Tengah, District Pariangan, Tanah Datar Regency. Isolation method was performed by diluting the soil samples in a serial dilution into 10^{-3} and cultured in PDA media. Furthermore, the purification was based on the shape and color of the fungus colonies. A total of 16 isolates obtained at the initial stage were selected by testing it against the fifth instar larvae *Tenebrio molitor*. Results showed that only 4 isolates (STA 1, STA 2.2, STA 5, and STB 3.1) could be further tested against *E. zinckenella* pod borer using completely randomized design (CRD). The highest pathogenicity isolates was exhibited by STB 3.1 with 50.00% mortality of larvae, suppression of pupae formed by 40.00%, suppression of adult formed 62.50% and 5.76 LT₅₀ days. Based on identification, isolates STB 3.1, STA 1 and STA belonged to *Metarhizium* genera, while STA 2.2 isolate belonged to *Trichoderma* genera.

Key words: *Peanut, E. zinckenella, Entomopathogenic fungi*

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kacang tanah merupakan salah satu komoditas pangan yang sangat penting untuk dikembangkan karena memiliki nilai ekonomi tinggi dan mempunyai peranan besar dalam mencukupi kebutuhan bahan pangan Indonesia. Masyarakat Indonesia umumnya menggunakan biji kacang tanah sebagai bahan pangan dan industri, karena berbagai nutrisi yang dikandung kacang tanah yang meliputi protein 25-30%, lemak 42-55%, karbohidrat 12% serta vitamin B1 (Adisarwanto, 2008).

Kandungan vitamin dan gizi yang cukup tinggi pada kacang tanah membuat permintaan terhadap kacang tanah semakin tinggi di Indonesia. Kondisi ini harus didukung oleh kemampuan produksi kacang tanah dalam memenuhi konsumsi pangan masyarakat Indonesia. Pada tahun 2012, produktivitas kacang tanah menurun sebesar 0,55% dari tahun sebelumnya. Dari 1,28 ton/ha menjadi 1,27 ton/ha. Pada tahun 2013, produktivitas sempat meningkat menjadi 1,35 ton/ha, tapi tidak bisa mengangkat produksi kacang tanah. Di Sumatera Barat produktivitas kacang tanah dalam kurun waktu tiga tahun (tahun 2011-2013) yaitu 1,51 ton/ha, 1,41 ton/ha dan 1,54 ton/ha akan tetapi pada tahun 2014 produktivitas kacang tanah mengalami penurunan sehingga menjadi 1,38 ton/ha (BPS, 2014).

Kendala dan masalah yang menurunkan produksi kacang tanah di Indonesia diantaranya disebabkan adanya serangan hama dan patogen. Hama yang saat ini diketahui dan berpengaruh besar terhadap penurunan produksi kacang tanah adalah hama penggerek polong *Etiella zinckenella* Treitschke (Lepidoptera: Pyralidae). Hama ini dulunya diketahui menyerang tanaman kedelai di Indonesia (Kalshoven, 1981). Kondisi lingkungan yang berubah-ubah menyebabkan terjadinya pergeseran tanaman inang *E. zinckenella* yang semula hidup pada kedelai dapat beradaptasi secara sukses pada kacang tanah (Hamid *et al.* 2012).

Hama penggerek polong *E. zinckenella* telah diketahui menyerang kacang tanah di Bengkulu sehingga petani sering mengalami gagal panen dengan kerusakan polong mencapai 100% (Apriyanto *et al.* 2008). Berdasarkan survei awal yang dilakukan pada tahun 2010 di Kabupaten Pasaman Barat, *E.*

zinckenella juga menyerang tanaman kacang tanah dengan tingkat serangan sangat tinggi mencapai 70-80% (Obel, 2012). Hal yang sama juga terjadi di Kabupaten Tanah Datar bahwa hama penggerek polong ini menyerang kacang tanah dalam dua tahun terakhir sehingga menyebabkan kerugian hampir 100 % pada saat pemanenan berdasarkan survei dan komunikasi pribadi yang telah dilakukan pada Februari 2014 dengan ketua Balai Penyuluhan Pertanian.

Saat ini teknologi pengendalian yang sedang dikembangkan dan banyak dilakukan oleh para peneliti adalah dengan memanfaatkan agens hayati yaitu dengan menggunakan musuh alami serangga hama baik berupa predator, parasitoid maupun patogen. Trizelia (2008) menambahkan bahwa pengendalian serangga hama dengan entomopatogen merupakan suatu proses pemanfaatan patogen baik yang sudah ada di ekosistem setempat maupun dengan memasukkannya ke dalam suatu ekosistem dari luar melalui teknik inokulasi dan inundasi.

Cendawan entomopatogen merupakan salah satu agens hayati yang potensial untuk mengendalikan berbagai jenis hama. Cendawan ini terutama telah banyak digunakan dalam pengendalian berbagai jenis larva dari serangga ordo Lepidoptera. Beberapa jenis cendawan yang diketahui efektif antara lain *Beauveria bassiana* (Balsamo) dan *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae*. Kedua cendawan ini telah lama diketahui sebagai entomopatogen, antara lain mengendalikan hama *Plutella xylostella* (Pujiastuti, 2006; Nunihlawati *et al.* 2012), hama krop kubis *Crociodomia pavonana* (Trizelia, 2005; Nuraida, 2006), ulat grayak *Spodoptera litura* (Prayogo *et al.* 2005), dan hama penggerek buah kakao (PBK) *Conopomorpha cramerella* (Trizelia, *et al.* 2013).

Hasyim *et al.*, (2009) menjelaskan bahwa cendawan entomopatogen yang virulen dapat diperoleh dari hama target atau dari rizosfir pada ekosistem pertanaman dimana hama tersebut berada, karena tanah merupakan reservoir alami bagi cendawan entomopatogen. Meyling and Eilenberg (2007) melaporkan bahwa cendawan entomopatogen yang berhasil diisolasi dari tanah antara lain dari genus *Beauveria*, *Isaria* (Cordycipitaceae) dan *Metarhizium* (Clavicipitaceae). Selanjutnya Rishi *et al.*, (2013) berhasil mengisolasi 6 jenis cendawan dari larva

Galleria mellonella antara lain: *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus flavus*, *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *Fusarium* sp., *Paecilomyces* sp.

Mengetahui keanekaragaman cendawan entomopatogen yang terdapat di daerah perakaran kacang tanah merupakan komponen penting sebagai dasar strategi pengendalian hama penggerek polong ini. Pengujian terhadap patogenisitas cendawan entomopatogen rizosfir kiranya sangat perlu dilakukan untuk mendapatkan cendawan yang berpotensi sebagai agens hayati dalam mengendalikan penggerek polong di lapangan.

Berdasarkan penjelasan di atas, penulis telah melakukan penelitian dengan judul **“Patogenisitas Cendawan Entomopatogen dari Rizosfir Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Terhadap Hama Penggerek Polong *Etiella zinckenella* Treitschke (Lepidoptera: Pyralidae)”**.

B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat cendawan entomopatogen dari rizosfir tanaman kacang tanah dan untuk mengetahui patogenisitasnya terhadap hama penggerek polong *E. zinckenella*.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Hama Penggerek Polong *Etiella zinckenella* Treit.

E. zinckenella Treit. merupakan hama utama yang selama ini diketahui menyerang tanaman kedelai, terutama pada sentra-sentra produksi (Tengkano, 2007 *cit* Baliadi *et al.*, 2008). Serangan hama penggerek polong terhadap kacang tanah baru diketahui setelah Apriyanto *et al.*, (2008) melaporkan kejadian ini di daerah Bengkulu. Menurut Apriyanto *et al.*, (2008) serangan hama penggerek polong sangat variatif tetapi tergolong tinggi lebih dari 30% hingga mencapai 80%. Beralihnya tanaman inang *E. zinckella* diduga disebabkan oleh lingkungan yang berubah dan pengaruh ketersediaan tanaman inang di alam.

Menurut El-Sayed (2007) *cit* Fatmawati (2008), dalam sistematika hewan, penggerek polong *E. zinckenella* termasuk ke dalam Phylum: Arthropoda, Class: Insecta, Order: Lepidoptera, Family: Pyralidae, Subfamily: Phycitinae, Genus: *Etiella*, Species: *E. zinckenella* Treit. Imago *E. zinckenella* memiliki sayap depan dengan garis berwarna putih, bergerak dengan gesit dengan ukuran ngengat jantan lebih besar daripada yang betina. Panjang sayap depan sekitar 8,70 mm dan (Naito dan Harnoto 1984 *cit* Baliadi *et al.*, 2008).

Imago *E. zinckenella* aktif malam hari terutama dalam keadaan cahaya yang remang-remang. Imago betina mulai meletakkan telur (periode praoviposisi) rata-rata 3,8 hari setelah keluar dari pupa (Suada, 1985). Mirfano (1986) menambahkan bahwa peletakan telur oleh imago betina dimulai 1 - 4 hari setelah kopulasi. Imago betina yang telah berkopulasi setelah mencapai permukaan inang (polong) akan segera membengkokkan abdomennya ke bawah dan mulai berjalan dengan menggesekkan ujung ovipositornya. Setelah menjumpai tempat peneluran yang sesuai, imago akan berhenti serta mengangkat bagian depan tubuhnya, kemudian baru meletakkan telur (Yuanivar, 1992).

Telur diletakkan secara terpisah satu-satu, namun terkadang dijumpai pula berkelompok dua atau lebih pada bagian bunga kacang tanah (Suada, 1985; Apriyanto *et al.* 2009). Kapasitas bertelur penggerek polong rata-rata 75 butir/ekor dan tertinggi mencapai 204 butir/ekor (Mangundojo, 1958 *cit* Baliadi *et al.* 2008). Sedangkan menurut Mirfano (1986) imago betina mampu meletakkan

telur sebanyak 16 – 183 butir dengan rata-rata 57.50 butir. Perbedaan kapasitas bertelur penggerek polong antara lain disebabkan oleh perbedaan jenis dan kualitas pakan pada stadium larva (Tengkano *et al.* 1992 *cit* Baliadi *et al.* 2008).

Telur-telur yang baru diletakkan berwarna putih mengkilap dan berbentuk oval. Setelah satu hari berwarna kuning, selanjutnya telur-telur yang telah tua berwarna jingga dengan pusatnya berwarna kecoklat-coklatan. Kulit telur berkerut-kerut (Mirfano, 1986). Yuanivar (1992) menambahkan bahwa telur yang baru diletakkan berwarna putih dan kemudian menjadi merah bata dengan bintik hitam yang merupakan kepala larva dengan ukuran rata-rata 0.55 x 0.32 mm.

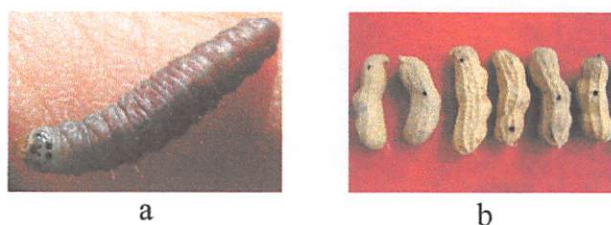
Larva yang baru keluar dari telur berwarna putih kekuning-kuningan dan kemudian berubah menjadi hijau dengan garis merah memanjang. Menurut Tengkano *et al.*, (1992) *cit* Baliadi *et al.*, (2008), telur menetas setelah umur 3 hari kemudian larva akan keluar mencari polong dan mulai menggerek biji (instar I dan II). Kerusakan biji oleh larva bergantung pada ukuran biji yang dimakan. Memasuki instar III, larva hidup diluar biji dan di dalam satu polong sering dijumpai lebih dari satu ekor larva. Panjang larva instar V adalah 13 - 15 mm dengan lebar 2 – 3 mm. Obel (2012) menambahkan bahwa warna larva instar V yaitu merah lembayung, dengan garis pada abdomennya berwarna hijau tua dan pada protoraks terdapat sepasang bercak hitam yang khas (Gambar 1a).

Larva *E. zinckenella* mengalami empat kali ganti kulit, atau mengalami lima instar dengan masa larva dari instar I sampai instar V berkisar antara 16 – 18 hari. Stadium pupa berlangsung selama 8 – 11 hari dengan suhu ruang sekitar 27,5°C. Bobot pupa berkisar antara 26,6 – 46,1 mg. Telur yang dihasilkan dari imago betina yang diberi pakan kacang tanah sebanyak 173,1 butir. Durasi telur sampai telur menetas menjadi larva berkisar 3 - 4 hari. Siklus hidup *E. zinckenella* dari telur – dewasa (telur + larva + pupa + preoviposisi) adalah 35 hari (Apriyanto *et al.* 2009).

Obel (2012) menjelaskan bahwa gejala rusaknya polong kacang tanah ditandai dengan adanya lubang kecil pada bagian pangkal, tengah dan ujung polong dengan ukuran 2-3 mm serta bekas kotoran yang terdapat di dalam polong. Namun gejala lubang gerakan lebih banyak ditemukan pada bagian ujung

polong yang diduga pada bagian tersebut lebih lunak dari pada bagian yang lain sehingga memudahkan larva untuk menggerak (Gambar 1b).

Beberapa lama setelah ganti kulit pertama larva keluar dan makan dari luar biji. Selama masa pertumbuhannya, larva membutuhkan beberapa polong. Kebanyakan pada setiap polong ditemukan satu lubang gerakan yang dapat disesuaikan dengan kebiasaan larva yang lebih senang hidup sendiri di dalam polong (Obel, 2012). Di dalam polong yang ditinggalkan larva, dijumpai butiran-butiran kotoran larva kering berwarna kehijau-hijauan yang terikat satu dengan lainnya oleh benang sutera (Mangundojo, 1959 *cit* Suada, 1985).



Gambar 1. Larva *Etiella zinckenella* dan gejala serangannya pada polong kacang tanah. (a) larva instar V; (b) polong kacang tanah yang terserang *E. zinckenella* (Obel, 2012).

B. Cendawan Entomopatogen

Secara alami, cendawan entomopatogen merupakan faktor pengatur penting dalam mengendalikan populasi serangga (Arif *et al.*, 2009). Cendawan entomopatogen merupakan jenis cendawan yang dapat menimbulkan penyakit dan menyebabkan kematian pada serangga. Umumnya cendawan ini dapat bersifat parasit obligat dan fakultatif (Trizelia, 2005). Cendawan entomopatogen dapat bertahan dalam tanah sebagai konidia atau miselium saprofit apabila kerapatan inang rendah atau kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Apabila serangga inang tersedia kembali maka siklus infeksi akan terjadi (Boucias dan Pendland, 1998 *cit* Tanjung, 2014).

Cendawan entomopatogen mempunyai siklus hidup yang bersesuaian dengan tahapan inang serangga dan kondisi lingkungan (Shahid *et al.*, 2012). Hal tersebut merupakan faktor penting dalam kehidupan cendawan. Sosagomez *et al.*, 2001 *cit* Tanjung, 2014 menambahkan bahwa disamping itu faktor yang

mempengaruhi keberadaan cendawan di dalam tanah adalah kandungan air tanah, tingginya kandungan bahan organik tanah dan temperatur yang rendah.

Bidochka *et al.*, (2000) mengelompokkan cendawan entomopatogen atas dua kelompok taksonomi, yaitu kelompok *Entomophthorales* (*Zygomycetes*) dan *Deuteromycetes*. Kelompok *Entomophthorales* umumnya dianggap sebagai patogen obligat dengan inang yang spesifik dan tidak bisa hidup secara saprofit. Kelompok *Deuteromycetes* dianggap sebagai patogen fakultatif yang mempunyai kisaran inang yang luas dan mampu hidup secara saprofit di dalam tanah.

Pemanfaatan cendawan entomopatogen sebagai pengendali hama telah banyak diteliti dan diuji coba (Gouli *et al.* 2008; Sanjaya *et al.* 2010; Bordoloi *et al.* 2012). Beberapa alasan dipilihnya cendawan entomopatogen dalam pengendalian hama, antara lain: kapasitas reproduksi yang tinggi, siklus hidupnya pendek, dapat membentuk spora yang bertahan lama di alam dan dalam kondisi yang tidak menguntungkan (Widayat dan Rayati 1993 *cit* Susniahti *et al.* 2005).

Menurut Tanada dan Kaya (1993) mekanisme infeksi cendawan entomopatogen pada tubuh serangga dibagi dalam 3 tahapan. Tahapan pertama yaitu pelekatan dan perkecambahan konidia pada integumen serangga. Proses pelekatan ini merupakan suatu mekanisme pasif yang melibatkan berbagai macam zat pada permukaan inang dan struktur permukaan konidia. Pelekatan konidia pada permukaan inang dipengaruhi oleh keadaan air di permukaan tubuh inang. Tahapan kedua penetrasi cendawan entomopatogen melalui integumen, kemudian masuk ke dalam ruas-ruas tubuh serangga. Tahapan ini melibatkan kerja secara fisik dan kimiawi. Robert dan Yendol (1971) menambahkan bahwa kerja secara fisik dibantu oleh adanya *infection peg* pada bagian tepi *appressorium* yang membantu penghancuran lapisan tersebut. Kerja secara kimiawi terjadi pada saat cendawan entomopatogen menembus kutikula serangga (Tanada dan Kaya, 1993). Tahapan ketiga yaitu perkembangan cendawan entomopatogen pada tubuh inang sehingga menyebabkan kematian inangnya.

Cendawan entomopatogen mengeluarkan enzim *protease*, *lipase* *aminopeptidase*, *esterase* dan *N-acetyl-glukosamidase* (*kitinase*) untuk menguraikan komponen penyusun kutikula serangga. Racun yang dihasilkan antara lain *destruksin*, *beauverisin*, dan *mikotoksin* yang menghambat produksi

energi dan protein. Akibat gangguan toksin tersebut, gerakan serangga menjadi lambat perilaku tidak tenang, kejang-kejang dan akhirnya mati (Tanada dan Kaya, 1993).

Kematian inang diawali dari pertumbuhan hifa dan membentuk miselium yang menyebar kesegala arah dalam ruas tubuh serangga (Robert dan Yendol, 1971). Menurut Tanada dan Kaya (1993), terjadinya penyebaran miselium dalam ruas tubuh serangga mengakibatkan kerusakan jaringan atau organ dalam ruas tubuh secara mekanis pada saluran pencernaan, otot, sistem syaraf dan sistem pernafasan. Toksin yang dikeluarkan cendawan dapat menyebabkan kenaikan pH darah, penggumpalan darah dan terhentinya peredaran darah di dalam tubuh serangga.

Selanjutnya, cendawan akan tumbuh secara saprofit dalam ruas tubuh serangga membentuk massa hifa. Hifa-hifa dalam tubuh serangga terus berkembang akibatnya serangga mengalami *mumifikasi*. Menurut Robert dan Yendol (1971), tahap pertumbuhan saprofit berakhir dengan pembentukan organ reproduksi. Miselium akan menerobos keluar tubuh serangga dan membentuk spora tahan diluar tubuh inang. Wiryadiputra (1994) mengemukakan bahwa mekanisme infeksi umumnya berlangsung 1 – 2 hari pada kondisi lingkungan yang sesuai.

C. Cendawan Entomopatogen Rizosfir

Cendawan entomopatogen rizosfir merupakan cendawan yang berasosiasi di sekitar perakaran tanaman dan mampu mengendalikan hama. St. Leger (2008) menyatakan bahwa daerah rizosfir mengandung unsur karbon bebas yang tersedia secara melimpah dan terbukti adanya interaksi antara cendawan entomopatogen dengan akar tanaman sehingga cendawan dapat berkembang dan bertahan hidup di dalam tanah. Sebanyak 10 - 40% karbon yang diasimilasi oleh tanaman ditransfer ke dalam tanah dalam bentuk eksudat akar, getah cair, sel-sel akar yang mengelupas, dan *lysate* (Bardgett, 2005).

Hasil penelitian Meyling and Eilenberg (2007) menunjukkan bahwa spesies cendawan entomopatogen terbanyak berhasil diisolasi dari tanah antara lain dari genus *Beauveria*, *Isaria* (Cordycipitaceae) dan *Metarhizium*

(Clavicipitaceae). Selanjutnya Rishi *et al.*, (2013) berhasil mengisolasi 6 jenis cendawan dari larva *Galleria mellonella* antara lain: *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus flavus*, *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *Fusarium* sp., *Paecilomyces* sp.

Nuraida (2006) melaporkan bahwa terdapat 6 isolat cendawan yang berhasil diisolasi dari rizosfir pertanaman kubis yaitu *Beauveria* (isolat BPP1 dan BAP5), *Metarhizium* (isolat MAP1), *Nomuraea* (isolat NAP3), *Paecilomyces* (isolat PPP4) dan *Fusarium* (isolat FPP3 dan FAP5). Pengujian mortalitas terhadap larva *Crocidolomia pavonana* instar 2 menunjukkan isolat NAP3 memiliki mortalitas tertinggi yaitu 87,78 %. Samer (2011) juga melaporkan bahwa 4 genus cendawan entomopatogen berhasil diisolasi dari rizosfir pertanaman cabai di daerah dataran tinggi dan dataran rendah di Sumatera Barat, yaitu *Fusarium*, *Aspergillus*, *Trichoderma* dan *Metarhizium*.

1. *Metarhizium* sp.

Metarhizium sp. merupakan salah satu jenis cendawan entomopatogen yang telah dikenal sebagai patogen pada berbagai jenis serangga hama dan dapat diproduksi secara komersial sebagai bioinsektisida. Cendawan ini termasuk dalam divisi Deuteromycotina: Hypomycetes dan biasa disebut dengan *green muscardine fungus* dan tersebar luas di seluruh dunia (Strack, 2003). Cendawan ini termasuk cendawan tanah jika dalam keadaan saprofit, tetapi mempunyai kemampuan sebagai patogen beberapa ordo serangga seperti Lepidoptera, Coleoptera, Orthoptera, Hemiptera dan Isoptera (Prayogo, *et al.* 2005).

Salah satu spesies *Metarhizium* sp yang paling dikenal adalah cendawan *Metarhizium anisopliae*. *M. anisopliae* pertama kali ditemukan oleh Metschikoff pada tahun 1879, cendawan ini bersifat parasitik terhadap serangga termasuk kumbang kelapa (Jumar, 2000). *M. anisopliae* pertama kali digunakan untuk mengendalikan hama kumbang kelapa lebih dari 85 tahun yang lalu, dan sejak itu digunakan di beberapa negara termasuk Indonesia (Tanada dan Kaya, 1993).

Cendawan *M. anisopliae* bersifat parasit pada serangga dan bersifat saprofit pada tanah atau bahan organik. Cendawan ini mengadakan penetrasi ke dalam tubuh serangga melalui kontak dengan kulit di antara ruas-ruas tubuh. Mekanisme penetrasinya dimulai dengan menempelkan konidia pada kutikula atau mulut serangga. Konidia selanjutnya berkecambah dengan membentuk

tabung kecambah. *Appresorium* mula-mula dibentuk dengan menembus epitelium, lalu menembus jaringan yang lebih dalam (Situmorang, 1990 *cit* Purba, 2010).

Freimoser *et al.*, (2003) menambahkan bahwa mekanisme infeksi *M. anisopliae* dapat digolongkan menjadi empat tahapan etiologi penyakit serangga yang disebabkan oleh cendawan. Tahap pertama adalah inokulasi, yaitu kontak antara propagul cendawan dengan tubuh serangga. Tahap kedua adalah proses penempelan dan perkecambahan propagul cendawan pada integumen serangga. Tahap ketiga yaitu penetrasi dan invasi, yaitu menembus integumen dapat membentuk tabung kecambah (*appresorium*). Tahap keempat yaitu destruksi pada titik penetrasi dan terbentuknya blastospora yang kemudian beredar ke dalam hemolimfa dan membentuk hifa sekunder untuk menyerang jaringan lainnya. Setelah serangga mati, cendawan akan terus melanjutkan siklus dalam fase saprofitik, yaitu cendawan akan membentuk koloni di sekitar tubuh inang. Setelah tubuh serangga inang dipenuhi oleh koloni cendawan, maka spora infeksi akan diproduksi.

Pada umumnya cendawan *Metarhizium* berwarna hijau. Wulandari (2011) menyatakan bahwa isolat *Metarhizium* spp yang berasal dari rizosfir tanaman cabai memperlihatkan warna koloni yang kuning kehijauan. Selain itu hasil identifikasi Samer (2011) menunjukkan bahwa koloni cendawan *Metarhizium* awalnya berwarna putih kemudian berubah menjadi kehijauan pada media SDAY. Sedangkan secara mikroskopis konidiofor cendawan tersusun tegak, berlapis, dan bercabang dipenuhi dengan konidia, sedangkan bentuk dari konidia cendawan bersel satu berwarna hialin, dan berbentuk bulat silinder (Watanabe, 2002).

2. *Trichoderma* sp.

Trichoderma sp. merupakan jenis cendawan yang tersebar luas di tanah, dari Subdivisi Deuteromycotina, Kelas Hyphomycetes, Ordo Moniliaceae. Secara mikroskopis konidiofor cendawan tegak, bercabang banyak dan teratur, agak berbentuk kerucut, konidia berbentuk oval, dan dapat membentuk kladospora. Pada umumnya koloni dalam biakan tumbuh dengan cepat, berwarna putih selanjutnya miselium akan berubah menjadi kehijau-hijauan lalu terlihat sebagian besar berwarna hijau ada ditengah koloni dikelilingi miselium yang masih

berwarna putih dan pada akhirnya seluruh medium akan berwarna hijau (Baker dan Cook, 1989).

Trichoderma spp. merupakan salah satu cendawan yang telah banyak diuji dan mampu mengendalikan penyakit tanaman atau disebut sebagai cendawan antagonis (Lilik *et al*, 2010). Sifat antagonis Cendawan *Trichoderma* spp. telah diteliti sejak lama. Inokulasi *Trichoderma* spp. ke dalam tanah dapat menekan serangan penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat, hal ini disebabkan adanya pengaruh enzim dan toksin yang dihasilkan oleh cendawan *Trichoderma* (Novita, 2011). Selain itu *Trichoderma* spp. mempunyai kemampuan berkompetisi dengan patogen tanah terutama dalam mendapatkan Nitrogen dan Karbon (Cook dan Baker, 1983 *cit* Djatmiko dan Rohadi, 1997).

Menurut Harman (1998), mekanisme utama pengendalian patogen tanaman yang bersifat tular tanah dengan menggunakan cendawan *Trichoderma* spp. dapat terjadi melalui mikoparasit (memarasit miselium cendawan lain dengan menembus dinding sel dan masuk ke dalam sel untuk mengambil zat makanan dari dalam sel sehingga cendawan akan mati), menghasilkan antibiotik seperti *alametichin*, *paracelsin*, *trichotoxin* yang dapat menghancurkan sel cendawan melalui pengrusakan terhadap permeabilitas membran sel, dan enzim *chitinase*, *laminarinase* yang dapat menyebabkan lisis dinding sel, mempunyai kemampuan berkompetisi memperebutkan tempat hidup dan sumber makanan, mempunyai kemampuan melakukan interfensi hifa. Hifa *Trichoderma* spp. akan mengakibatkan perubahan permeabilitas dinding sel.

Trichoderma telah dikenal lama sebagai cendawan antagonis, namun saat ini telah banyak dilaporkan mampu menginfeksi berbagai serangga hama. Hasil penelitian Oktaviani (2007) menunjukkan bahwa cendawan *Trichoderma* termasuk ke dalam cendawan entomopatogen karena cendawan ini mampu menginfeksi larva nyamuk *Aedes aegypti*. Rezende *et al.*, (2009) melaporkan bahwa cendawan *Trichoderma* mampu menginfeksi larva *Alphitobius diaperinus* dengan mortalitas sebesar 7,5%. Bordoloi *et al.*, (2012) juga melaporkan bahwa cendawan *Trichoderma* sp. mampu menginfeksi hama *Helopeltis theivora* dengan kematian sebesar 17,79%.

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian telah dilaksanakan mulai bulan September sampai dengan Nopember 2014 di Laboratorium Pengendalian Hayati Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. Jadwal kegiatan terlampir pada Lampiran 1.

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: larva *Etiella zinckenella* instar V, polong kacang giring-giring (*Crotalaria striata*) sebagai pakan larva, tanah rizosfir dari pertanaman kacang tanah, larva *Tenebrio molitor*, media SDAY (*Sabauraud Dextrose Agar with Yeast extract*) dan PDA (*Potato Dextrose Agar*) (Lampiran 2), larutan agistik, alkohol 70%, akuades, madu, serbuk gergaji, kain kassa, *aluminium foil*, *tissue*, *wrapping*, kertas label, dan kertas saring.

Alat yang digunakan antara lain kotak plastik diameter 15 cm dan tinggi 15 cm, cawan petri, lemari asam, gelas piala, *erlenmeyer*, botol scoot, jarum ose, *cork borer*, *haemocytometer*, bunsen, oven, *autoclave*, *test tube*, *vortex*, pipet, skop kecil, korek api, gunting, kuas, jarum pentul, *hand sprayer*, mikroskop binokuler, kaca objek, kaca penutup, pinset, penggaris, kamera digital dan alat tulis.

C. Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan metode. Penentuan sampel pada masing-masing lokasi menggunakan metode diagonal (*Diagonal Sampling*) (Lampiran 3). Koleksi cendawan dari lapangan menggunakan metode eksplorasi yaitu dengan mengambil sampel dari tanah perakaran kacang tanah di sentra produksi kacang tanah Kabupaten Tanah Datar. Sampel dibawa dan selanjutnya diisolasi dengan menggunakan metode pengenceran di Laboratorium. Isolat yang diperoleh kemudian diseleksi dengan mengujinya terhadap larva *Tenebrio molitor*. Isolat cendawan yang menunjukkan sporulasi (munculnya miselia cendawan) pada tubuh larva *T. molitor* diuji patogenisitasnya terhadap larva *E. zinckenella* instar V

menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari perlakuan sebanyak isolat yang telah diseleksi dengan 3 ulangan (Lampiran 4). Identifikasi isolat dilakukan berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis menggunakan buku identifikasi cendawan.

D. Pelaksanaan Penelitian

1. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di kabupaten Tanah Datar yaitu kecamatan Pariangan. Pada kecamatan tersebut ditetapkan dua lokasi di nagari/desa yaitu di Nagari Sawah Tengah yang mempunyai pertanaman kacang tanah dengan luas di atas 300 m² (Lampiran 5). Sampel diambil dalam pertanaman kacang tanah dengan menggali tanah sedalam 10 - 15 cm di sekitar perakaran tanaman kacang tanah dengan menggunakan skop kecil. Pada masing-masing lokasi pengambilan sampel diambil 5 titik sampel yang ditentukan secara diagonal. Kemudian pada 5 titik sampel tersebut diambil tanah sebanyak 500 gram dan dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label serta disimpan dalam kotak pendingin (*box cooler*). Sampel tanah selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk proses lebih lanjut.

2. Isolasi dan Pemurnian Cendawan Rizosfir

Isolasi cendawan rizosfir dilakukan berdasarkan metode yang dilaporkan oleh Hamid *et al.* (2012) yaitu dengan metode pengenceran. Isolasi dilakukan secara aseptis di ruangan lemari asam dengan mengambil dari masing-masing sampel tanah sebanyak 10 gram, lalu dimasukkan dalam 100 ml akuades steril yang telah diberi larutan agistik dalam gelas erlenmeyer 250 ml dan dihomogenkan dengan *vortex* selama 2 menit. Suspensi tanah diencerkan (*serial dilution*) sampai 10⁻³ dan 0,1 ml suspensi dimasukkan dalam cawan petri kaca yang telah berisi media PDA dan diinkubasi selama 2-4 hari. Setelah ada cendawan yang tumbuh, selanjutnya dilakukan pemurnian pada beberapa jenis cendawan yang tumbuh berdasarkan bentuk dan warna koloni yang berbeda dengan cara di potong 1x1 cm pada cendawan yang tumbuh lalu dipindahkan pada cawan petri dengan media PDA hingga didapatkan koloni cendawan yang benar-benar murni.

3. Pengadaan Larva *Tenebrio molitor*

Larva *T. molitor* diperoleh dari penjual makanan burung. Larva ini dipelihara dalam kotak plastik dan diberi makanan berupa pelet ikan. Pengujian seleksi isolat cendawan rizosfir menggunakan larva *T. molitor* instar V.

4. Perbanyak Cendawan Rizosfir

Cendawan rizosfir yang didapat diperbanyak dalam media PDA dengan cara menumbuhkan potongan cendawan rizosfir yang berdiameter 0,8 cm dengan menggunakan *cork borer* dan diinkubasi pada suhu ruang selama 15 hari.

5. Seleksi Isolat Cendawan Rizosfir

Seleksi isolat cendawan yaitu dengan menguji patogenisitas isolat cendawan tersebut. Pengujian isoiat menggunakan larva *T. molitor* instar V dengan cara memasukkan larva *T. molitor* sebanyak 40 ekor pada media PDA yang berisi biakan cendawan hasil isolasi. Larva dibiarkan pada media biakan selama 24 jam agar terjadi kontak antara konidia cendawan dengan serangga. Kemudian larva dipindahkan sebanyak 10 ekor ke masing-masing petri plastik berdiameter 9 cm diberi makan berupa pelet ikan. Lalu diamati larva yang terinfeksi dan ditumbuhi cendawan (sporulasi) selama 7 hari pengamatan setelah aplikasi.

6. Isolasi Cendawan Entomopatogen

Larva yang telah diketahui terinfeksi cendawan entomopatogen yang ditandai dengan matinya larva dan pada segmen tubuh larva ditumbuhi miselium cendawan diisolasi kembali pada media PDA sampai murni. Terlebih dahulu larva yang terinfeksi dilakukan sterilisasi permukaan dengan merendam pada akuades selama 1 menit, alkohol 70% selama 1 menit dan dimasukkan kembali pada akuades selama 1 menit lalu dikeringanginkan dengan kertas saring steril. Larva dimasukkan ke dalam cawan petri yang telah berisi kertas tisu lembab steril dan diinkubasikan untuk merangsang pertumbuhan cendawan entomopatogen. Konidia cendawan yang tumbuh diambil dengan jarum ose dan dipindahkan ke

dalam cawan petri yang telah berisi media PDA sampai benar-benar didapatkan biakan murninya.

7. Isolasi dan Perbanyakan Cendawan

Isolat yang telah murni, kemudian diisolasi dan diperbanyak pada media SDAY sebagai sumber cendawan entomopatogen untuk pengujian hama target (larva instar V) *E. zinckenella*. Seluruh isolat diperbanyak dengan cara menumbuhkan potongan agar yang telah ditumbuhi cendawan berdiameter 0,8 cm dengan *cork borer* dalam cawan petri pada suhu ruang selama 15 hari.

8. Pengadaan Larva *E. zinckenella*

Larva *E. zinckenella* diperoleh dari lapangan (kacang giring-giring). Larva dipelihara dalam kotak dan diberi makan polong kacang giring-giring yang masih muda dan didapat di sekitar Limau Manih - Padang. Bagian atas kotak plastik ditutup dengan kain kassa. Ketika larva memasuki masa prapupa, larva dipindahkan ke kotak plastik yang berisi serbuk gergaji dan ditutup dengan kain kassa dan dibiarkan sampai terbentuk imago.

Imago kemudian dipindahkan ke dalam kurungan serangga dan diberi beberapa polong kacang giring-giring sebagai tempat peletakan telur bagi imago betina, sedangkan makanan imago berasal dari madu yang telah diencerkan dengan akuades (10%) yang diberikan dengan kapas dan diletakkan di atas kurungan kain kasa. Telur-telur yang dihasilkan imago dipelihara sampai instar V yang akan digunakan sebagai bahan uji pada penelitian ini.

9. Pembuatan Suspensi dan Inokulasi Cendawan Terhadap Larva *E. zinckenella*

Konidia cendawan dipanen dengan cara menambahkan 5 ml akuades steril dan larutan agistik sebagai bahan perata ke dalam cawan petri dan konidia dilepas dari media dengan kuas halus. Suspensi disaring dan konsentrasi konidia dihitung di bawah mikroskop dengan bantuan *haemocytometer*.

Inokulasi cendawan entomopatogen terhadap larva *E. zinckenella* instar V dilakukan dengan cara menyemprotkan suspensi cendawan menggunakan *hand sprayer* yang berisi suspensi konidia pada konsentrasi 10^8 konidia/ml secara

merata pada tubuh larva. Jumlah larva yang diperlakukan untuk setiap satuan percobaan adalah 10 ekor larva.

Larva yang telah disemprotkan diberi makan polong kacang giring-giring, kemudian dimasukkan ke dalam kotak plastik. Pakan ini diganti setiap hari untuk menjaga kadar air dan kesegaran pakan larva. Setelah itu kotak plastik ditutup dengan kain kassa. Untuk perlakuan kontrol, larva *E. zinckenella* instar V disemprot dengan akuades steril yang telah ditambah dengan satu tetes larutan agristik.

10. Identifikasi Cendawan Entomopatogen

Identifikasi dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis cendawan dilakukan secara visual terhadap warna, bentuk dan arah pertumbuhan koloni saat biakan cendawan entomopatogen berumur ± 15 hari setelah inkubasi dalam media PDA. Pengamatan secara mikroskopis dilakukan dengan membuat preparat cendawan. Biakan murni cendawan diambil menggunakan jarum pentul lalu dioleskan ke atas permukaan gelas objek yang telah ditetesi akuades, setelah itu, preparat ditutup dengan gelas penutup dan diamati dengan perbesaran terkecil sampai terbesar menggunakan mikroskop. Pengamatan mikroskopis meliputi pengamatan terhadap percabangan konidiofor dan bentuk konidia cendawan. Setiap jenis isolat cendawan entomopatogen yang telah diidentifikasi diberi label.

E. Pengamatan

1. Mortalitas Larva

Pengamatan mortalitas larva dilakukan dengan menghitung jumlah yang mati setiap selang waktu 24 jam sampai terbentuknya pupa. Mortalitas larva dihitung dengan menggunakan rumus :

$$M = n/N \times 100\%$$

Keterangan : M = Mortalitas Larva (%)

n = Jumlah larva yang mati (ekor)

N = Jumlah larva yang diuji (ekor)

Setelah didapatkan nilai mortalitas larva, dilanjutkan dengan analisis probit untuk mendapatkan nilai LT_{50} (*Lethal Time*).

2. Persentase Pupa yang Terbentuk

Pengamatan ini dilakukan dengan menghitung jumlah pupa yang terbentuk dari masing-masing perlakuan, selain itu juga diamati apakah pupa yang terbentuk tersebut normal atau tidak. Persentase pupa yang terbentuk dihitung dengan menggunakan rumus :

$$P = b/N \times 100\%$$

Keterangan : P = Persentase pupa yang terbentuk

b = Jumlah pupa yang terbentuk

N = Jumlah larva yang diuji

3. Persentase Imago yang Terbentuk

Pengamatan ini dilakukan dengan menghitung jumlah imago yang terbentuk dari masing-masing perlakuan, selain itu juga diamati apakah imago yang terbentuk tersebut normal atau tidak. Persentase imago yang terbentuk dihitung dengan menggunakan rumus :

$$I = d/N \times 100\%$$

Keterangan : P = Persentase pupa yang terbentuk

d = Jumlah imago yang terbentuk

N = Jumlah larva yang diuji

4. Efektivitas Perlakuan

Pengamatan dilakukan dengan menghitung keefektifan isolat cendawan terhadap larva *E. zinckenella* baik mortalitas larva, pupa terbentuk maupun imago terbentuk. Rumus yang digunakan adalah :

$$Em = \frac{P - K}{K} \times 100\%$$

$$Ep = \frac{K - P}{K} \times 100\%$$

$$Ei = \frac{K - P}{K} \times 100\%$$

Keterangan :

- Em = Efektivitas terhadap mortalitas larva (%)
- Ep = Penekanan terhadap persentase pupa terbentuk (%)
- Ei = Penekanan terhadap persentase imago terbentuk (%)
- P = Perlakuan
- K = Kontrol

5. Identifikasi Cendawan Entomopatogen Rizosfir

Biakan murni cendawan entomopatogen diidentifikasi sampai tingkat genus dengan mengamati secara makroskopis (warna, bentuk dan arah pertumbuhan koloni) dan mikroskopis (percabangan konidiofor dan bentuk konidia cendawan). Identifikasi cendawan dibantu menggunakan buku berjudul "*Morphologis of Cultured Fungi and Key to Species*" oleh Watanabe (2002) dan buku berjudul "*Illustrated Genera of Imperfect Fungi*" oleh Barnett dan Hunter (1972).

6. Laju Pertumbuhan Koloni Cendawan Entomopatogen

Pengamatan diameter koloni cendawan entomopatogen dilakukan setiap hari sampai hari ke-7 menggunakan penggaris plastik ukuran 30 cm.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Karakterisasi Cendawan Rizosfir

Hasil isolasi cendawan dari perakaran kacang tanah dari dua lokasi di Nagari Sawah Tengah Kec. Pariangan, Kab. Tanah Datar diperoleh 16 isolat dengan karakter morfologi yang beragam (Tabel 8). Pada sawah tengah lokasi A (STA) diperoleh sebanyak 7 isolat cendawan rizosfir sedangkan pada sawah tengah lokasi B (STB) diperoleh sebanyak 9 isolat cendawan rizosfir. Pertumbuhan dan bentuk morfologi koloni cendawan rizosfir dapat dilihat pada Lampiran 6.

Semua isolat yang didapat, umumnya memiliki warna koloni hijau dan putih namun dengan warna campuran yang bervariasi. Pada lokasi A sawah tengah, isolat STA 1 berwarna putih kekuningan, isolat STA 2.1 berwarna hijau tua dengan pinggiran putih, isolat STA 2.2 berwarna hijau tua, isolat STA 3 berwarna hijau tua keputihan, isolat STA 4.1 berwarna hijau keputihan, isolat STA 4.2 berwarna hijau keabu-abuan dan isolat STA 5 kuning kehijauan. Sedangkan pada lokasi B sawah tengah, isolat STB 1 berwarna hijau keabu-abuan, isolat STB 2.1 berwarna kuning, isolat STB 2.2 berwarna hijau keabuan dengan pinggiran putih, isolat STB 3.1 berwarna putih kekuningan, isolat STB 3.2 berwarna putih pekat, isolat STB 3.3 berwarna coklat muda, isolat STB 4.1 berwarna hijau keabu-abuan, isolat STB 4.2 berwarna putih dengan hijau keabuan ditengahnya, dan isolat STB 5 berwarna putih halus.

Bentuk koloni keseluruhan isolat adalah menyebar kecuali pada isolat STA 1, STA 2.2, STA 5, STB 1, STB 3.1, STB 3.2, dan STB 4.2 dimana bentuk koloni melingkar. Sedangkan arah pertumbuhan keseluruhan isolat adalah kesamping kecuali pada isolat STA 1 dan STB 3.1 yang mengarah keatas. Selengkapny dapat dilihat perbedaannya pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakter morfologi isolat cendawan rizosfir kacang tanah

No.	Kode Isolat	Karakter Morfologi		
		Warna koloni	Bentuk Koloni	Arah Pertumbuhan koloni
1	STA 1	Putih kekuningan	melingkar	ke atas dan ke samping
2	STA 2.1	Hijau tua dengan pinggiran putih	menyebar	ke samping
3	STA 2.2	Hijau tua	melingkar	ke samping
4	STA 3	Hijau tua keputihan	menyebar	ke samping
5	STA 4.1	Hijau keputihan	menyebar	ke samping
6	STA 4.2	Hijau keabu-abuan	menyebar	ke samping
7	STA 5	Kuning kehijauan	melingkar	ke atas & ke samping
8	STB 1	Hijau keabu-abuan	melingkar	ke samping
9	STB 2.1	Kuning	menyebar	ke samping
10	STB 2.2	Hijau keabuan dengan pinggiran putih	menyebar	ke samping
11	STB 3.1	Putih kekuningan	melingkar	ke atas & ke samping
12	STB 3.2	Putih pekat	melingkar	ke samping
13	STB 3.3	Coklat muda	menyebar	ke samping
14	STB 4.1	Hijau keabu-abuan	menyebar	ke samping
15	STB 4.2	Putih dengan hijau keabu-abuan ditengahnya	melingkar	ke samping
16	STB 5	Putih halus	menyebar	ke samping

Keterangan : STA = sawah tengah lokasi A, STB = sawah tengah lokasi B, Angka 1-5 pertama = titik pengambilan sampel, Angka 1-3 kedua = kemunculan jenis cendawan saat inkubasi.

2. Seleksi Isolat Cendawan Entomopatogen

Hasil isolasi cendawan rizosfir di Nagari Sawah Tengah Kec.Pariangan Kab.Tanah Datar ditemukan sebanyak 16 isolat cendawan rizosfir. Semua isolat yang didapatkan diseleksi dengan menguji patogenesitasnya terhadap larva *Tenebrio molitor* dan dihitung mortalitasnya (Tabel 2).

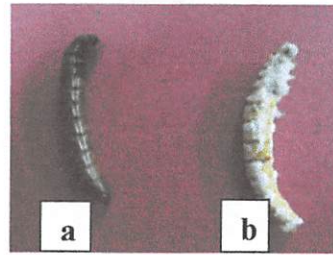
Tabel 2. Mortalitas dan sporulasi larva *T. molitor* setelah inokulasi cendawan rizosfir

No.	Perlakuan Isolat	Mortalitas larva (%)	Sporulasi
1	Kontrol	10	-
2	STA 1	87,5	+
3	STA 2.1	20	-
4	STA 2.2	50	+
5	STA 3	0	-
6	STA 4.1	25	-
7	STA 4.2	15	-
8	STA 5	100	+
9	STB 1	0	-
10	STB 2.1	27,5	-
11	STB 2.2	0	-
12	STB 3.1	100	+
13	STB 3.2	17,5	-
14	STB 3.3	25	-
15	STB 4.1	12,5	-
16	STB 4.2	0	-
17	STB 5	0	-

Keterangan : Angka yang ditebalkan adalah isolat dengan mortalitas tinggi dan mampu bersporulasi pada tubuh larva. + = ada, - = tidak ada.

Hasil menunjukkan bahwa terjadi mortalitas atau kematian dari larva *T. molitor* yang beragam, mulai dari 0% sampai 100%. Mortalitas terendah yaitu pada isolat STA 3, STB 1, STB 2.2, STB 4.2 dan STB 5 dengan mortalitas sebesar 0%. Sedangkan mortalitas tertinggi yaitu isolat STA 5 dan STB 3.1 yang mematikan sebesar 100% larva *T. molitor*.

Dari uji isolat tersebut, diperoleh sebanyak 4 isolat yang memiliki mortalitas di atas 50% dan menunjukkan sporulasi pada tubuh larva. Isolat tersebut adalah STA 1 dengan mortalitas 87,5%, STA 2.2 dengan mortalitas 50%, dan isolat STA 5 dan STB 3.1 dengan mortalitas 100%. Keadaan larva yang mati terinfeksi cendawan rizosfir dan mengalami sporulasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Larva *T. molitor*. (a) larva mati tidak terinfeksi; (b) larva mati dan terinfeksi cendawan (bersporulasi).

3. Uji Patogenisitas Terhadap Larva *E. zinckenella*

Dari hasil seleksi didapatkan empat isolat cendawan rizosfir (STA 1, STA 2.2, STA 5 dan STB 3.1) yang memiliki mortalitas tinggi dan adanya sporulasi pada larva *T. molitor*. Uji patogenisitas terhadap hama *E. zinckenella* dilakukan dengan mengamati mortalitas larva, pupa terbentuk dan imago terbentuk.

a. Mortalitas Larva

Analisis sidik ragam (Lampiran 7) dan uji lanjut LSD taraf 5% terhadap mortalitas larva *E. zinckenella* setelah inokulasi isolat cendawan entomopatogen menunjukkan hasil yang berbeda nyata (Tabel 3).

Tabel 3. Mortalitas larva *E. zinckenella* (5 hari setelah perlakuan)

Isolat Cendawan	Mortalitas Larva (%)	Peningkatan Mortalitas (%)
STB 3.1 (E)	50,00 a	275,09
STA 1 (B)	46,67 a	250,11
STA 5 (D)	40,00 a	200,07
STA 2.2 (C)	33,33 a	150,04
Kontrol (A)	13,33 b	-

KK = 29,88%

Angka pada lajur yang sama diikuti huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji lanjut LSD taraf 5%.

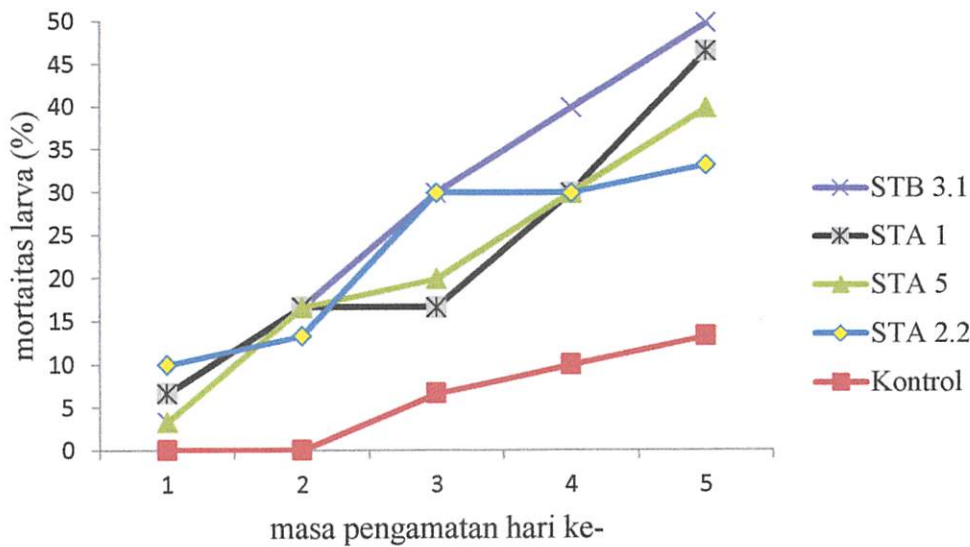
Tabel 3 menunjukkan bahwa keempat isolat menyebabkan mortalitas yang berbeda tetapi secara statistik antara STB 3.1, STA 1, STA 5 dan STA 2.2 tidak berbeda nyata tetapi berbeda nyata terhadap kontrol. Mortalitas tertinggi yaitu pada isolat STB 3.1 sebesar 50,00% diikuti isolat STA 1 sebesar 46,67% selanjutnya isolat STA 5 sebesar 40,00%, dan isolat STA 2.2 dengan mortalitas

terendah sebesar 33,33%. Efektivitas penekanan isolat cendawan juga sejalan terhadap mortalitas larva yaitu tertinggi isolat STB 3.1 dengan efektivitas penekanan sebesar 275,09% dan penekanan terendah terjadi pada isolat STA 2.2 yaitu 150,04%. Berdasarkan nilai LT_{50} isolat STA 1 memiliki waktu yang paling cepat dalam mematikan larva yaitu 5,58 hari (Tabel 4). Hal ini berarti bahwa Isolat STA 1 mampu mematikan larva *E. zinckenella* sebesar 50% dalam waktu 5,58 hari.

Tabel 4 . Nilai LT_{50} isolat cendawan entomopatogen

Kode Isolat	LT_{50} (Hari)
STA 1	5,58
STB 3.1	5,76
STA 5	6,71
STA 2.2	8,80

Perkembangan laju mortalitas kumulatif larva *E. zinckenella* yang mati setelah inokulasi beberapa isolat cendawan entomopatogen rizosfir dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Laju mortalitas kumulatif larva *E. zinckenella* setelah inokulasi isolat cendawan entomopatogen.

b. Persentase Pupa Terbentuk

Analisis sidik ragam (Lampiran 7) dan uji lanjut LSD taraf 5% terhadap pupa *E. zinckenella* yang terbentuk setelah inokulasi beberapa isolat cendawan entomopatogen menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata (Tabel 5).

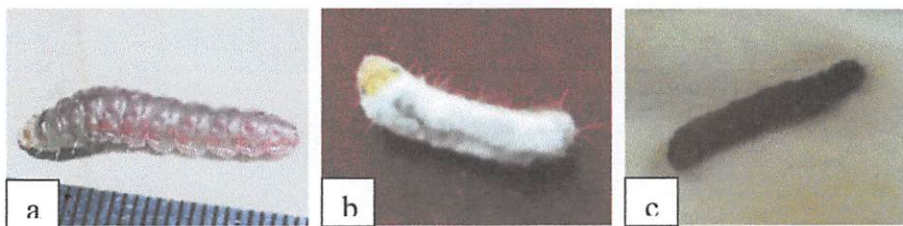
Tabel 5. Persentase pupa *E. zinckenella* yang terbentuk setelah inokulasi isolat cendawan entomopatogen.

Isolat Cendawan	Pupa Terbentuk (%)	Penekanan (%)
Kontrol (A)	83,33 a	-
STA 2.2 (C)	63,33 a b	24,00
STA 5 (D)	60,00 a b	28,00
STB 3.1 (E)	50,00 b	40,00
STA 1 (B)	46,67 b	44,00

KK = 22,11%

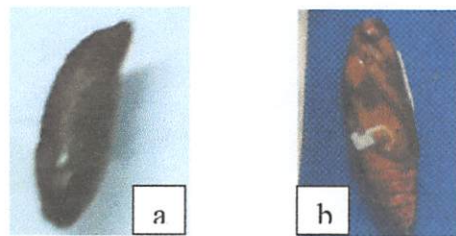
Angka pada lajur yang sama diikuti huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji lanjut LSD taraf 5%.

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa isolat STA 1 dan STB 3.1 berbeda nyata terhadap kontrol sedangkan isolat STA 5 dan STA 2.2 berbeda tidak nyata terhadap kontrol. Pupa terbentuk tertinggi pada perlakuan isolat STA 2.2 sebesar 63,33% dan terendah pada perlakuan isolat STA 1 sebesar 46,67%. Penekanan terhadap terbentuknya pupa paling tinggi pada isolat STA 1 yaitu 44,00% dan penekanan terendah terhadap terbentuknya pupa pada isolat STA 2.2 sebesar 24,00%. Gejala larva dan pupa yang terinfeksi cendawan entomopatogen dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Larva *E. zinckenella* normal dan larva terinfeksi cendawan. (a) larva sehat, (b) larva terinfeksi *Metarhizium* (STA 1, STA 5 STB 3.1), (c) larva terinfeksi *Trichoderma* (STA 2.2).

Larva yang terinfeksi cendawan pada awalnya menunjukkan gejala lemas kemudian mati dan mengeras. Setelah 2 - 4 hari akan tampak miselia cendawan bermunculan dari ruas tubuh larva. Pada larva yang terserang cendawan *Metarhizium* tampak miselia cendawan tebal dan berwarna putih menyelimuti tubuh larva (Gambar 4b). Sedangkan pada larva yang terserang cendawan *Trichoderma*, sporulasi cendawan berwarna hijau tua (Gambar 4c).



Gambar 5. Pupa *E. zinckenella*. (a) pupa normal, (b) pupa terinfeksi.

Pupa yang terinfeksi cendawan menunjukkan gejala ukuran yang relatif kecil, permukaan pupa lebih keriput dan warnanya gelap. Selain itu, pupa akan mati setelah 1 - 2 hari pupa terbentuk dan akan ditumbuhi miselia cendawan setelah 3-5 hari (Gambar 5b).

c. Persentase Imago Terbentuk

Analisis sidik ragam (Lampiran 7) dan uji lanjut LSD taraf 5% terhadap imago *E. zinckenella* yang terbentuk setelah inokulasi beberapa isolat cendawan entomopatogen menunjukkan hasil yang berbeda nyata (Tabel 6).

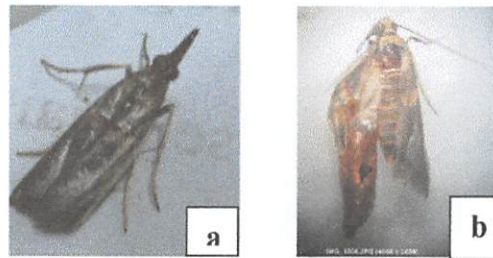
Tabel 6. Persentase imago *E. zinckenella* yang terbentuk setelah inokulasi isolat cendawan entomopatogen.

Isolat Cendawan		Imago Terbentuk (%)		Penekanan (%)
Kontrol	(A)	80,00	a	-
STA 2.2	(C)	60,00	b	25,00
STA 1	(B)	33,33	c	58,34
STB 3.1	(E)	30,00	c	62,50
STA 5	(D)	26,67	c	66,66

KK = 18,62%

Angka pada lajur yang sama diikuti huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji lanjut LSD taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 6, persentase imago yang terbentuk tertinggi pada perlakuan isolat STA 2.2 sedangkan persentase imago terbentuk terendah pada isolat STA 5 dengan penekanan tertinggi. Perlakuan isolat yang diberikan juga memberikan pengaruh yang nyata terhadap persentase imago terbentuk. Hal ini dibuktikan dengan adanya proses pembentukan imago yang tidak sempurna (abnormal) (Gambar 6b).

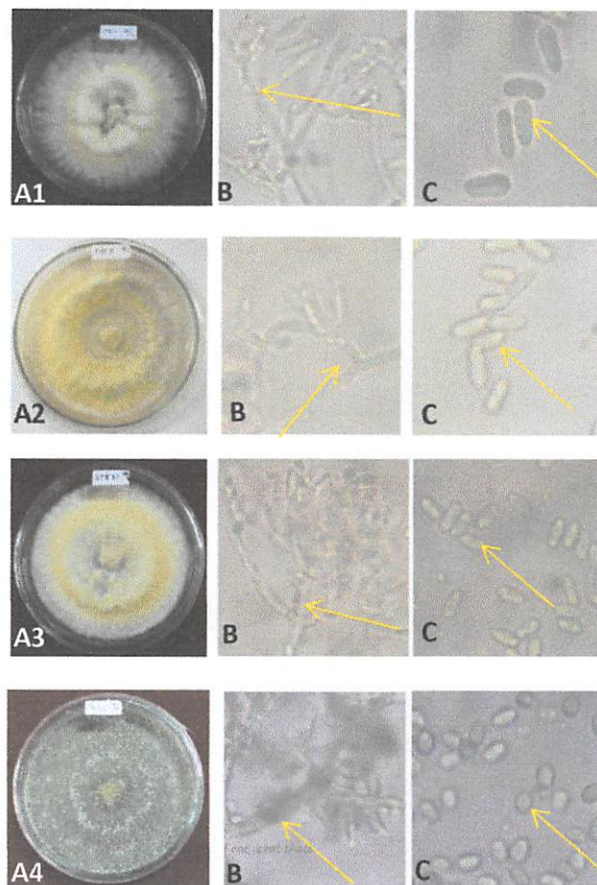


Gambar 6. Imago *E. zinckenella*. (a) normal, (b) abnormal.

Imago normal yang terbentuk memiliki bentuk tubuh sempurna, ukuran tubuh relatif lebih besar dan tidak ada cacat sedangkan imago abnormal, pembentukan sayap yang tidak sempurna karena kulit pupa masih menempel pada sayap dan ukuran tubuh imago abnormal relatif lebih kecil dibandingkan imago normal. Imago yang abnormal akan mati setelah 1-2 hari setelah terbentuk.

4. Identifikasi Cendawan Entomopatogen

Cendawan yang memiliki mortalitas di atas 50% dan menunjukkan sporulasi pada tubuh larva selanjutnya diidentifikasi berdasarkan karakter makroskopis dan mikroskopis (Gambar 8 dan 9). Hasil identifikasi cendawan entomopatogen dari dua lokasi pada rizosfir kacang tanah ditemukan 2 genus cendawan entomopatogen yaitu genus *Metarhizium* (isolat STA 1, STA 5 dan STB 3.1) dan genus *Trichoderma* isolat STA 2.2.



Gambar 7. Bentuk Makroskopis dan Mikroskopis Isolat *Metarhizium* dan *Trichoderma*. A1(STA 1), A2 (STA 5), A3 (STA 3.1), A4 (STA 2.2); makroskopis cendawan secara utuh, B. Mikroskopis konidiofor dan C. Mikroskopis konidia.

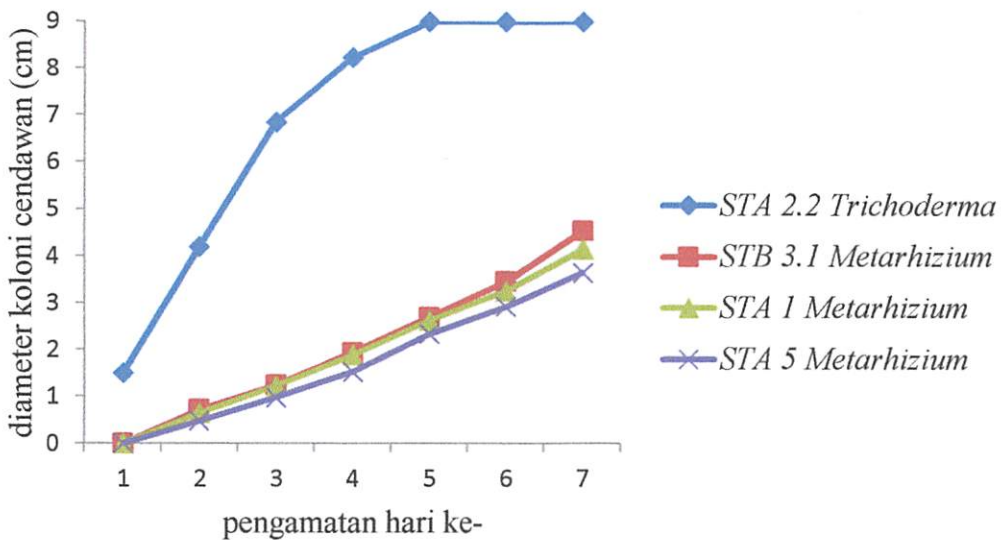
Hasil identifikasi menunjukkan bahwa koloni cendawan *Metarhizium* berwarna putih kekuningan saat berumur 2 minggu pada media buatan SDAY dan akan tampak kehijauan setelah berumur 4 minggu. Secara mikroskopis cendawan *Metarhizium* memiliki bentuk konidia bulat silinder berwarna hialin dengan konidiofor tegak, berlapis dan bercabang yang dipenuhi dengan konidia.

Pada cendawan *Trichoderma*, koloni cendawan awalnya berwarna putih. Setelah berumur 4 hari hifa dan miselia cendawan telah memenuhi cawan petri pada media SDAY dengan warna koloni berubah menjadi hijau tua. Karakteristik yang paling khas dari koloni *Trichoderma* adalah pertumbuhannya yang cepat pada media buatan. Secara mikroskopis, cendawan *Trichoderma* memiliki konidia

bersel satu dengan bentuk hampir bulat dan berwarna hialin, hifa bersepta, konidiofor bercabang dan pada ujungnya membentuk fialid dengan bentuk seperti piramid.

5. Laju Pertumbuhan Koloni Cendawan

Hasil pengamatan terhadap laju pertumbuhan koloni isolat cendawan entomopatogen setelah 1-7 hari masa inkubasi dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 8. Grafik rata – rata diameter koloni isolat cendawan entomopatogen setelah 1-7 hari masa inkubasi.

Isolat STA 2.2 merupakan isolat yang paling cepat pertumbuhan koloninya dibandingkan dengan isolat yang lainnya. Hal ini dapat dilihat pada gambar bahwa di mulai hari ke-1 pertumbuhan koloninya telah mencapai 1,5 cm dan terus bertambah dengan cepat. Pada hari ke-5 pertumbuhan koloni cendawan telah memenuhi cawan petri yaitu 9 cm. Sedangkan pada isolat STA 3.1, STA 1 dan STA 5 pertumbuhan koloni hampir sama. Dengan pertumbuhan maksimal pada hari ke-7 baru mencapai 4 cm untuk ketiga isolat tersebut.

B. Pembahasan

Hasil koleksi cendawan dari rizosfir kacang tanah diperoleh 16 isolat cendawan dengan karakter morfologi yang beragam. Keragaman tersebut berkaitan erat dengan kondisi tanah seperti kandungan air tanah, bahan organik tanah dan lain-lain. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ekesi *et al.* (2003) yang menjelaskan bahwa keragaman cendawan rizosfir dipengaruhi oleh kandungan air tanah, tingginya bahan organik tanah dan suhu rendah.

Hasil seleksi isolat cendawan rizosfir terhadap larva *T. molitor* diperoleh bahwa semua isolat menunjukkan mortalitas yang beragam (0%-100%). Isolat yang paling tinggi mortalitasnya adalah STA 5 dan STB 3.1 sebesar 100%. Isolat STA 1 sebesar 87,5% dan STA 2.2 sebesar 50%. Keempat isolat tersebut (STA5, STB 3.1, STA 1 dan STA 2.2) menunjukkan mortalitas yang tinggi dan mampu bersporulasi pada tubuh larva. Isolat dengan mortalitas terendah adalah STA 2.1, STA 3, STB 1, STB 2.2, STB 4.2 dan STB 5 sebesar 0%. Kematian larva yang beragam diduga dipengaruhi oleh virulensi isolat cendawan. Semakin virulen suatu isolat cendawan maka semakin tinggi pula kematian larva. Neves dan Alves (2004) menjelaskan bahwa kematian serangga sangat dipengaruhi oleh virulensi dari cendawan tersebut.

Perlakuan kontrol juga menunjukkan kematian sebesar 10%. Adanya kematian kontrol diduga karena kesalahan dalam penelitian dan juga diduga adanya faktor intrinsik seperti terjadinya kegagalan dalam proses pergantian kulit. Hal tersebut seperti yang dijelaskan oleh Klocke (1986) cit Kurnia (1998) bahwa kegagalan ganti kulit akan mengakibatkan larva tidak mampu untuk menahan tekanan internal cairan tubuh sehingga larva akan mati sebelum mencapai dewasa.

Mortalitas larva yang tidak terlalu tinggi pada beberapa isolat cendawan diduga karena isolat yang diperoleh dari rizosfir tidak semuanya bersifat patogen terhadap larva. Selain itu, gejala sporulasi pada tubuh larva tidak tampak pada isolat dengan mortalitas rendah. Isolat cendawan yang menunjukkan patogen terhadap larva biasanya akan menyebabkan mortalitas tinggi dan ditandai adanya sporulasi pada tubuh larva. Hasil penelitian Anwar (2008) menunjukkan bahwa larva *Phragmataecia castanae* yang diaplikasi dengan cendawan entomopatogen memiliki mortalitas sebesar 80% dan ditandai munculnya miselia cendawan

(sporulasi) pada permukaan tubuh serangga. Gottwald and Tedders (1984) *cit* Rodriguez *et al.*, (2009) menjelaskan bahwa sporulasi cendawan terhadap inang (*host*) merupakan hal dasar dalam menentukan cendawan tersebut termasuk patogen atau tidak pada serangga.

Keempat isolat cendawan entomopatogen hasil seleksi selanjutnya diuji patogenisitasnya terhadap hama *E. zinckenella*. Hasil menunjukkan bahwa semua isolat memberikan pengaruh yang nyata terhadap mortalitas larva *E. zinckenella*. Mortalitas tertinggi pada isolat STB 3.1 sebesar 50%. Selanjutnya diikuti oleh isolat STA 1 dan STA 5 dengan mortalitas 46,67% dan 40% sedangkan mortalitas terendah sebesar 33,33% oleh isolat STA 2.2. Mortalitas larva *E. zinckenella* tersebut menurut Thungrabeab *et al.*, (2006) *cit* Budi *et al.*, (2013) termasuk kategori patogenisitas sedang. Klasifikasi tingkat patogenisitas cendawan dibagi atas tiga yaitu: patogenisitas tinggi dengan persentase kematian lebih dari 64,49%, patogenisitas sedang dengan persentase kematian 64,49%-30,99% dan patogenisitas rendah dengan kematian kurang dari 30,99% (Thungrabeab *et al.*, 2006 *cit* Budi *et al.*, 2013).

Patogenisitas yang tergolong sedang tersebut diduga karena isolat yang digunakan telah beberapa kali dipindahkan atau ditanam dalam media PDA dan SDAY. Menurut Sudarmadji (1997) *cit* Suharto (2004) variasi dan virulensi cendawan *B. bassiana* dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik faktor dalam yaitu asal isolat maupun faktor luar seperti macam media untuk perbanyakan cendawan, teknik perbanyakan dan faktor lingkungan. Lama penyimpanan isolat juga mempengaruhi tingkat patogenisitas cendawan. Seperti halnya yang dijelaskan oleh Ignoffo *et al.*, (1976) bahwa cendawan entomopatogen *Metarhizium* sp, *Beauveria* sp, dan *Nomuraea rileyi* kehilangan daya virulensinya setelah 1 tahun dalam media buatan.

Berdasarkan nilai LT_{50} terdapat perbedaan waktu dalam mematikan larva dimana isolat STA 1 memiliki waktu yang cepat dalam mematikan larva yaitu 5,58 hari. Selisih yang sedikit berbeda pada isolat STB 3.1 yaitu 5,76 hari. Hal ini berarti waktu yang dibutuhkan untuk mematikan 50 % larva *E. zinckenella* instar V lebih singkat dibandingkan isolat lain. Hasil pengamatan ini berbeda dengan yang dilaporkan oleh Nunihlawati *et al.*, (2012) yang mendapatkan nilai LT_{50}

terendah yaitu 2,26 hari dan tertinggi 3,86 hari pada beberapa isolat *Metarhizium*. Salah satu faktor yang menyebabkan perbedaan tersebut adalah penggunaan stadia larva. Trizelia (2005) menyatakan bahwa stadia perkembangan serangga juga mempengaruhi keberhasilan penggunaan cendawan entomopatogen. Selain itu perbedaan lamanya waktu mematikan 50% serangga uji diduga disebabkan oleh perbedaan patogenisitas (virulensi) cendawan entomoptogen. Menurut Trizelia (2005) isolat cendawan yang virulen mempunyai nilai LT_{50} yang lebih singkat dibanding dengan isolat yang avirulen.

Perkembangan laju mortalitas kumulatif larva menunjukkan bahwa pada hari pertama setelah inokulasi telah terjadi mortalitas pada semua isolat cendawan kecuali kontrol. Pada hari ketiga mulai tampak peningkatan mortalitas untuk keempat isolat terutama isolat STB 3.1 dan STA 2.2. Kondisi tersebut diduga karena adanya kontak antara konidia cendawan dengan kutikula serangga yang berkembang dan masuk sampai ke bagian dalam tubuh serangga. Setelah itu cendawan akan mengeluarkan toksin dan enzim. Hal ini sesuai dengan pendapat Surtikanti & Yasin (2009) bahwa peningkatan mortalitas terjadi apabila antara larva dengan konidia cendawan terjadi kontak. Pada saat terjadi kontak, konidia membentuk tabung kecambah dan mensekresikan enzim untuk melunakan kutikula larva sehingga konidia dapat masuk ke tubuh larva. Pertumbuhan konidia dalam tubuh larva akan menyebabkan terganggunya seluruh aktivitas organ dan berakibat pada kematian larva. Hasil penelitian Neves dan Alves (2004) menyebutkan bahwa penempelan konidia *Metarhizium* spp. pada kutikula *Cornitermes cumulans* terjadi sampai 6 jam setelah aplikasi dan perkecambahan mulai terjadi antara 6-12 jam setelah aplikasi. Penetrasi terjadi 12-48 jam setelah inokulasi dan kematian serangga terjadi antara 72-96 jam setelah inokulasi.

Mortalitas yang tinggi oleh isolat STB 3.1 (*Metarhizium*) disebabkan karena cendawan *Metarhizium* memproduksi toksin dan senyawa enzim yang dapat mematikan larva. Saat terjadi kontak antara propagul cendawan dengan tubuh serangga cendawan *M. anisopliae* menghasilkan senyawa mukopolisakarida (Feron, 1985). Senyawa enzim yang dikeluarkan oleh *M. anisopliae* yaitu *lipase*, *kitinase*, *amilase*, *proteinase*, *pospatase*, dan *esterase* saat proses invasi dan penetrasi berlangsung (Lee dan Hou 1989; Freimoser *et al.* 2003 *cit* Prayogo *et al.*

2005). *M. anisopliae* juga menghasilkan racun *cylopeptida*, *destruxin*, dan *desmethyldestruxin* yang memiliki aktifitas larvasidal terhadap larva (Mittler, 1994 cit Widiyanti dan Muyadihardja, 2004).

Isolat STA 2.2 (*Trichoderma*) juga menyebabkan mortalitas pada larva *E. zinckenella* sebesar 33,33%. Walaupun cendawan ini lebih dikenal sebagai agen antagonis, tetapi dari penelitian yang ada cendawan *Trichoderma* telah diketahui sebagai entomopatogen pada berbagai jenis serangga. Oktaviani, (2007) melaporkan bahwa *Trichoderma* diketahui mampu menginfeksi larva nyamuk *Aedes aegypti*. Infeksi *Trichoderma* sp. terhadap hama *Helopeltis theivora* sebesar 17,79% (Bordoloi *et al.*, 2012). *Trichoderma* juga diketahui mampu menginfeksi larva *T. molitor* saat dilakukan isolasi cendawan entomopatogen melalui metode pemancingan dari rizosfir pertanaman cabai di daerah dataran tinggi (Samer, 2011). Adanya mortalitas larva yang disebabkan oleh *Trichoderma* diduga karena cendawan ini menghasilkan enzim kitinase yang dapat menghancurkan lapisan kutikula serangga yang tersusun atas kitin. Harman dan Kubicek (1998) menjelaskan bahwa cendawan *Trichoderma* spp. menghasilkan enzim *kitinase*, *laminarinase* yang dapat menyebabkan lisis pada dinding sel.

Gejala kematian larva *E. zinckenella* hampir sama dengan yang terjadi pada larva *T. molitor*. Larva *E. zinckenella* yang terinfeksi cendawan akan menunjukkan ciri yang khas yaitu perubahan pada warna dan ukuran tubuhnya. Warna tubuh larva yang awalnya berwarna hijau merah lembayung akan mulai pucat dan menguning lalu berubah menjadi kuning kecoklatan. Ciri yang sama juga dilaporkan oleh Pujiastuti *et al.*, (2006) pada larva *P. xylostella* yang terinfeksi cendawan. Warna larva berubah secara bertahap mulai dari hijau terang menjadi hijau tua kecoklatan kemudian berubah menjadi kuning kecoklatan. Larva yang mati akan mengalami pengerasan (*mumifikasi*) dan 2-4 hari setelah larva mati akan tampak miselia muncul di permukaan tubuh larva. Seperti yang dilaporkan oleh Marheni *et al.*, (2012) bahwa munculnya koloni cendawan pada tubuh larva *O. rhinoceros* adalah 2 hari setelah kematian larva. Hal ini disebabkan karena cendawan memerlukan waktu yang lebih lama untuk memunculkan hifa di sekitar tubuh inangnya karena harus melalui beberapa tahapan infeksi.

Pengamatan terhadap persentase pupa terbentuk tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Data menunjukkan bahwa isolat STA 1 (*Metarhizium*) menyebabkan pupa terbentuk paling rendah yaitu sebesar 46,67% atau adanya kegagalan terbentuknya pupa sebesar 6,6% dan isolat dengan persentase pupa terbentuk tertinggi yaitu isolat STA 2.2 (*Trichoderma*) sebesar 63,33% dengan kegagalan membentuk pupa sebesar 3,34%. Rendahnya persentase pupa terbentuk pada isolat STA 1 (*Metarhizium*) karena cendawan memiliki toksin yang menghambat pembentukan pupa. Tanada & Kaya (1993) mengemukakan bahwa *Metarhizium* spp. menghasilkan toksin yaitu *destruksin* yang bisa membunuh serangga inang dengan merangsang atau memacu terjadinya kerusakan jaringan serangga, kehilangan keutuhan struktural membran dan kemudian terjadi dehidrasi. Di samping itu, kegagalan larva membentuk pupa juga mempengaruhi pembentukan pupa. Pupa yang terbentuk dengan kondisi abnormal memiliki ukuran lebih kecil, permukaannya lebih keriput dan gelap, lembek jika ditekan dan akan muncul hifa atau miselia jika terinfeksi cendawan setelah beberapa hari pupa terbentuk (Gambar 6b).

Inokulasi isolat cendawan pada larva *E. zinckenella* menunjukkan hasil yang berbeda nyata terhadap persentase imago terbentuk. Hal ini disebabkan gagalnya imago yang terbentuk saat dari pupa menuju imago. Kondisi ini disebabkan oleh adanya pupa yang terinfeksi akibat perlakuan isolat cendawan yang menyebabkan pupa mati terinfeksi, kemudian muncul hifa cendawan dan gagal membentuk imago. Ciri-ciri imago abnormal yaitu lebih kecil dan sayap tidak sempurna (sayap masih menyatu dengan sisa kulit pupa) menyebabkan imago tidak bisa terbang sempurna.

Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa isolat cendawan entomopatogen yang diperoleh STA 1, STA 5, STB 3.1 (*Metarhizium*) dan isolat STA 2.2 (*Trichoderma*) tidak hanya mampu merusak dan memberikan pengaruh pada stadia yang diperlakukan saja, tetapi juga akan memberikan pengaruh dan berdampak pada stadia selanjutnya seperti pupa dan imago. Kurnia (1998) menjelaskan bahwa larva yang terinfeksi pada tahap awal mempunyai peluang untuk lolos menjadi pupa, tetapi pada tahap selanjutnya dapat menimbulkan kematian. Cendawan entomopatogen menghasilkan toksin yang dapat merusak

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Ditemukan 4 isolat cendawan yang bersifat entomopatogen dari 16 isolat cendawan yang diisolasi dari rizosfir kacang tanah di Kecamatan Pariangan yaitu isolat STA 1, STA 2.2, STA 5 dan STB 3.1.
2. Isolat yang memiliki patogenisitas tertinggi dalam mengendalikan larva *E. zinckenella* adalah STB 3.1 dengan mortalitas larva sebesar 50%, penekanan pupa terbentuk sebesar 40%, penekanan imago terbentuk sebesar 62,50% dan LT_{50} selama 5,76 hari.
3. Hasil identifikasi terhadap 4 isolat menunjukkan bahwa isolat STA 1, STA 5 dan STB 3.1 termasuk ke dalam genus *Metarhizium* dan isolat STA 2.2 termasuk ke dalam genus *Trichoderma*.

B. Saran

Perlu dilakukan identifikasi terhadap isolat cendawan sehingga diketahui spesies dari cendawan entomopatogen tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto. T. 2008. Meningkatkan Produksi Kacang Tanah di Lahan Sawah dan Lahan Kering. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Anwar, A. P. 2008. Uji Efikasi Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Balsamo dan *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin Terhadap Mortalitas Larva *Phragmataecia castanae* Hubner di Laboratorium. [Skripsi]. Medan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Apriyanto, D., Sriwidodo, and Priyatiningsih. 2008. Incidence of Soybean Pod Borer on Groundnut (*Arachis hypogea* L.). Jurnal Akta Agrosia 11(1): 41-46.
- Apriyanto, D., Yoga, O. H., Mulyadi, A. 2009. Penampilan Penggerek Polong Kedelai, *Etiella zinckenella* Treitschke (Lepidoptera: Pyralidae), dan Pemilihan Inang pada Kedelai dan Kacang Tanah. Jurnal Akta Agrosia 12 (1): 62 – 67.
- Arif, A., Syahidah, Nuraeni, S. 2009. Identifikasi Jenis Jamur Patogen Untuk Pengendalian Rayap Tanah *Coptotermes* sp. Jurnal Perennial 6 (1): 33-38.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2014. Produksi Kacang Tanah Menurut Provinsi. BPS. Jakarta.
- Baker K.F. and Cook R.J. 1989. The Nature on Practice of Biological Control of Plant Pathogens. ABS press, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minesota 539 p.
- Baliadi, Y., Tengkan, W., Marwoto. 2008. Penggerek Polong Kedelai, *Etiella zinckenella* Treitschke (Lepidoptera: Pyralidae), dan Strategi Pengendaliannya di Indonesia. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 27 (4): 113-123.
- Bardgett, R. D. 2005. The Biology of Soil: A Community and Ecosystem Approach. Oxford University Press, New York.
- Barnett H.L., and Hunter, B.B. 1972. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Third Edition. Burges Publishing Company. Minneapolis.
- Bidochka M.J., Kamp A.M and de Croos J.N.A. 2000. Insect Pathogenic Fungi: from Genes to Populations. Di dalam: Kronstad JW. editor. Fungal Pathology. Netherlands; Kluwer Academic Publishers. Page 171-193.
- Bordoloi, M., Madhab, M., Dutta, P., Borah, T., Nair, S. C., I., Phukan, Debnath, S., and Barthakur, B., K. 2012. Potential of Entomopathogenic Fungi for The Management of *Helopeltis theivora* (Waterhouse). Reseach Paper. Two and a Bud 59: 21-23.

- Budi, A. S., Afandhi, A., dan Puspitarini, R. D. 2013. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Balsamo (Deuteromycetes: Miniliales) Pada Larva *Spodoptera litura* Fabricus (Lepidoptera: Noctuidae). Jurnal HPT 1 (1): 57-65.
- Djatkiko, H.A., dan Rohadi, S.S., 1997. Efektivitas *Trichoderma harzianum* Hasil Perbanyakan dalam Sekam Padi dan Bekatul Terhadap Patogenesitas *Plasmidiophora brassicae* pada Tanah Latosol dan Andosol. Majalah Ilmiah UNSOED, Purwokerto 2 (23): 10-22.
- Ekesi, S., Maniani, N. K., Lux, S. A. 2003. Mortality in Three African Tephritid Fruit Fly Puparia and Caused by The Entomopathogenic Fungi, *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*. Biocontrol Sci. and Technology 12: 7-17.
- Fatmawati, A. I. 2008. Hubungan Antara Karakteristik Polong Dengan Ketahanan Kedelai Terhadap Serangan Penggerek Polong *Etiella zinckenella* Treit. (Lepidoptera: Pyralidae). [Skripsi]. Malang. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri. 61 hal.
- Ferron, P. 1985. Fungal control. Comprehensive Insect Physiology, Biochem. Pharmacol (12): 313-346.
- Freimoser, F.M., Screen, S., Bagga, S., Hu, G. and St. Leger. 2003. Expressed Sequence Tag (EST) Analysis of Two Subspecies of *Metarhizium anisopliae* Reveals a Plethora of Secreted Proteins with Potential Activity in Insect Hosts. Jurnal Microbial. 239-247.
- Gangawane, L. V. and Deshpande, K. B. 1975. Studies on Rhizosphere Mycoflora of Groundnut IV. A List of Fungi Isolated from Rhizosphere, Rhizoplane and Soil. Department of Botany, Marathwada University, India.
- Gouli, S., Gouli, V., Skinner, M., Parker, B., Marcelino, J., and Shternshis, M. 2008. Mortality of Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis*, Under Influence of Single And Mixed Fungal Inoculations. Journal of Agricultural Technology (2): 37-47.
- Hamid, H., Reflinaldon, Trizelia. 2012. Teknologi Pengendalian Hama Penggerek Polong Kacang Tanah Berbasis Varietas Tahan dan Penggunaan Agens Hayati. [Laporan Akhir Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi]. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas.
- Harman, G.E., Kubicek, C.P. 1998. *Trichoderma* and *Gliocladium*: Enzymes, biological control and commercial applications. Taylor and Francis, Ltd., London.
- Hasyim A, Nuraida, Trizelia. 2009. Patogenisitas Jamur Entomopatogen terhadap Stadia Telur dan Larva Hama Kubis *Crociodolomia pavonana* Fabricus. Jurnal Hortikultura. Vol.19 (3) : 334-343.

- Ignoffo, C. M., Marston, N. L., Hostetter, D. L., Pultler, B., and Bell, J. V. 1976. Natural and Induced Epizootics of *Nomuraea rileyi* in Soybean Caterpillars. *J. Invertebr. Pathol.* 27: 191-198.
- Julyanda, M. 2011. Keragaman dan Kelimpahan Cendawan pada Rizosfer Kelapa Sawit Sehat dan Terserang *Ganoderma boninense*. [Skripsi]. Bogor. Fakultas Pertanian. IPB.
- Jumar, 2000. Entomologi Pertanian. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. The Pest of Crops in Indonesia. Revisi oleh P.A Van der Laan. Jakarta PT. Ichtiar Baru-Van Hoeve. Terjemahan dari : De Plagen van de Cultuurgewassen in Indonesie. 701 hlm.
- Kurnia, D. 1998. Efektivitas *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dan *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin serta Kombinasi Keduanya Terhadap Larva Spodoptera litura Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). [Skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. 43 hal.
- Lilik, R., Wibowo, B.S., Irwan, C., 2010. Pemanfaatan Agens Antagonis dalam Pengendalian Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura. <http://www.bbopt.litbang.deptan.go.id> akses 30 April 2015.
- Marheni, Hasanuddin, Pinde dan Suziani, W. 2012. Uji Patogenesis Jamur *Metarhizium anisopliae* dan Jamur *Cordyceps militaris* Terhadap Larva Penggerek Pucuk Kelapa Sawit (*Oryctes rhinoceros*) (Coleoptera: Scarabaeidae) di Laboratorium. Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian USU.
- Meyling, N., and Eilenberg, J. 2007. Ecology of The Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in temperate agroecosystems: Potential for Conservation Biological Control. *Biological Control*, 43, 145-155.
- Mirfano. 1986. Biologi Penggerek Polong *Etiella zincknella* Tr. (Lepidoptera: Pyralidae) pada Polong Kacang Hijau dan Kacang Panjang. [Skripsi]. Bogor. Institut Pertanian Bogor. 46 hal.
- Nasir, M. 2009. Uji patogenisitas jamur *Beauveria bassiana* Terhadap Hama *Hypothenemus hampei* (Bubuk Buah Kopi) sebagai Alternatif Sumber Belajar Biologi di SMA/MA. [Skripsi]. Yogyakarta. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Neves, P. M. O. J., and Elves, S. B. 2004. External Events Related to The Infection Process of *Comitermes cumulans* (Kollars) (Isoptera: Termitidae) by The Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *Journal of The Neotropical Entomo* 33 (1): 51-56.

- Novita, T. 2011. *Trichoderma* sp. dalam Pengendalian Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Tomat. *Jurnal Biospecies* 4 (2): 27 – 29.
- Nunilahwati, H., Herlinda, S., Irsan, C., Pujiastuti, Y. 2012. Eksplorasi, Isolasi dan Seleksi Jamur Entomopatogen *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) Pada Pertanaman Caisin (*Brassica chinensis*) di Sumatera Selatan. *Jurnal HPT Tropika* 12 (1): 1–11.
- Nuraida dan Hasyim, A. 2009. Isolasi, Identifikasi, dan Karakterisasi Jamur Entomopatogen dari Rizosfer Pertanaman Kubis. *Jurnal Hortikultura*. Vol.19 (4) : 419-432.
- Nuraida. 2006. Efektivitas Isolat Jamur Entomopatogen terhadap Hama Krob Kubis *Crociodolomia pavonana* fabricius (Lepidoptera; pyralidae) dalam Hubungannya Dengan Metode Aplikasi. Laboratorium Entomologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.
- Obel. 2012. Tingkat Ketahanan Beberapa Varietas Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Terhadap Hama Penggerek Polong *Etiella zincknella* Treit. (Lepidoptera : Pyralidae) di Kabupaten Pasaman Barat. [Skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas.
- Oktaviani, Z. 2007. Isolasi, Identifikasi, Patogenisitas, dan Proses Kolonisasi Cendawan Entomopatogen Pada Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. [Skripsi]. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Prayogo, Y., Tengkan, Marwoto, W. 2005. Prospek Cendawan Entomopatogen *M. anisopliae* Untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* pada kedelai. *Jurnal Litbang Pertanian*. 24(1) : 19-26.
- Pujiastuti, Y., Erfansyah, Herlinda, S. 2006. Keefektifan *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Isolat Indigenous Pagaralam Sumatera Selatan Pada Media Beras Terhadap Larva *Plutella xylostella* Linn. (Lepidoptera: Yponomeutidae)
- Purba, A.P. 2010. Uji Efektivitas *Beauveria bassiana* (Balsamo) vuilemin dan *Metarhizium anisopliae* var *anisopliae* terhadap Rayap (*Coptotermes curvignathus* Holmgren) (Isoptera : Rhinotermitidae di Laboratorium.
- Rezende SRF, Curvello FA, Fraga ME, Reis RCS, Castilho AMC, Agostinho TSP. 2009. Control of the *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) with Entomopathogenic Fungi. *Brazilian Journal of Poultry Science* 11 (2): 121 – 127.
- Rishi, R.R., Borah, R.K., Kumar, R., and Pandey, S. 2013 Isolation, Identification and Mass Production of Soil Microbes and Their Utility for Biocontrol. *International Journal of Advanced Life Sciences* 6 (3): 168-173.

- Robert, D.W. and Yendol, G.W. 1971. Use of Fungi for Microbial Control of Insect. In H.D. Burger and N. W. Hussey (ed.) Microbial Control of Insect and Mites. Academic Press, New York. Pp. 125 - 145.
- Rodríguez, M., Gerding, M., and France, A. 2009. Selection Of Entomopathogenic Fungi to Control *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). Chilean JAR (Journal of Agricultural Research) 69(4): 534-540.
- Rosmini dan Lasmini, S. A.. 2010. Identifikasi Cendawan Entomopatogen Lokal dan Tingkat Patogenitasnya Terhadap Hama Wereng Hijau (*Nephotettix virescens* distant.) Vektor Virus Tungro pada Tanaman Padi Sawah di Kabupaten Donggala. J. Agroland 17 (3): 205 – 212.
- Samer, S. H. C. 2011. Keanekaragaman Cendawan Entomopatogen Pada Rizosfir Pertanaman Cabai Dataran Tinggi dan Dataran Rendah Di Sumatera Barat. [Skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. 41 hal.
- Sanjaya, Y., Nurhaeni, H., dan Halima, M. 2010. Isolasi, Identifikasi, dan Karakterisasi Jamur Entomopatogen dari larva *Spodoptera litura* (fabricius). Bionatura-Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati dan Fisik 12 (3): 136 – 141.
- Satti, A., A. and Gorashi, N., E. 2013. Isolation And Characterization Of New Entomopathogenic Fungi From The Sudan. International Journal of Science Innovations and Discoveries (IJSID) 3 (3): 326-329.
- Shahid, A. A., Rao, A. Q., Bakhsh, A. and Husnain, T. 2012. Entomopathogenic Fungi as Biological Controllers: New Insights Into Their Virulence and Pathogenicity. Arch. Biol. Sci. 64 (1): 21-42.
- St. Leger, R. J. 2008. Studies on adaptation of *Metarhizium anisopliae* to Life in The Soil. Journal of Invertebrate Pathology 98: 271-276.
- Strack, B. H. 2003. Biological Control of Termites by The Fungal Entomopathogen *Metarhizium anisopliae*. <http://www.utoronto.ca/forest/termite/metani-1.html>. Diakses 25 Februari 2014.
- Suada, I. K. 1985. Beberapa Aspek Biologi *Etiella zinckenella* (Treitsckhe) (Lepidoptera : Pyralidae) Pada Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Varietas Orba. [Skripsi]. Bogor. Institut Pertanian Bogor. 59 hal.
- Suharto. 2004. Patogenesis Beberapa Isolat *Beauveria bassiana* pada *Plutella xylostela*. Jurnal Perlingdungan Tanaman. 10 (1): 8-12.
- Surtikanti dan Yasin, M. 2009. Keefektifan entomopatogenik *Beauveria bassiana* Vuill. dari berbagai media tumbuh terhadap *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae) di laboratorium. Prosiding Seminar Nasional Serealia. Hlm 358-362.

- Susniahti, N., Sudarjat, Sianipar, M., S. 2005. Pengujian Potensi Jamur Entomopatogen *Paecylomyces fumoso* Roseusbaoner Terhadap Ulat Daun Kubis *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera; Yponomeutidae). Laporan Penelitian : Universitas Padjajaran 2005.
- Tanada, Y. and Kaya, H. 1993. Insect Pathology. Academic Press Inc., San Diego, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo, Toronto. 366 P.
- Tanjung, A. 2014. Penapisan Cendawan Entomopatogen Endofit pada Tanaman Gandum (*Triticum aestivum* L). [Skripsi] Prodi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Andalas. 43 hal.
- Trizelia. 2005. Cendawan Entomopatogen *B.bassiana*. Keragaman genetik, Karakterisai Fisiologi dan Virulensi Terhadap *Croccidolomia pavonana*. [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- Trizelia. 2008. Patogenitas Cendawan Entomopatogen *Nomuraea rileyi* (Farl.) Sams. terhadap Hama *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). J. Entomol. Indon. 5 (2): 108-115.
- Trizelia, Nurbailis, dan Ernawati, D. 2013. Virulensi Berbagai Isolat Jamur Entomopatogen *Metarhizium* spp. Terhadap Hama Penggerek Buah Kakao *Conopomorpha cramerella* snell. (Lepidoptera: Gracillariidae). Jurnal HPT Tropika 13(2): 151–158.
- Watanabe, T. 2002. Morphologis of Cultured Fungi and Key to Species. Second edition. CRC Press LLC.
- Widiyanti, N. P. L. M., Muyadihardja, S. 2004. Uji Toksisitas Jamur *Metarhizium anisopliae* Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. Media Litbang Kesehatan 14 (3): 25-30.
- Wiryadiputra S. 1994. Prospek dan Kendala Pengembangan Jamur Entomopatogenik, *Beauveria bassiana* untuk Pengendalian Hama Penggerek Buah Kopi, *Hypothenemus hampei*. Pelita Perkebunan 10 (3): 92-99.
- Wulandari, V.W. 2011. Karakterisasi Morfologi dan Fisiologi Isolat Cendawan *Metarhizium* spp. [Skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas.
- Yuanivar. 1992. Biologi Serangga Penggerek Polong *Etiella zincknella* (Treitschke) Populasi Lampung & Bogor pada Polong Kedelai, Kacang Hijau dan Kacang panjang. [Skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Jadwal penelitian

[illegible]

Lampiran 2. Pembuatan media SDAY dan PDA

2.1 Pembuatan media SDAY

A. Bahan dan Alat

Pada pembuatan media SDAY membutuhkan bahan-bahan seperti, dekstrosa 40 gr, pepton 10 gr, ekstrak yeast 2,5 gr, aquadest 1 liter, agar-agar 2 bungkus dan kloramfenikol 2 tablet. Alat-alat yang digunakan yaitu gelas piala berukuran 2 liter, kompor listrik, batang pengaduk dan autoklaf.

B. Cara Pembuatan

Bahan seperti dekstrosa, pepton, ekstrak yeast, agar, kloromfenikol dan aquadest 1 liter dimasukkan kedalam gelas piala, apabila volume media kurang 1 liter maka tambahkan aquadest sampai cukup 1 liter. Panaskan media sampai mendidih masukkan kedalam botol scot ukuran 250 ml sebanyak 150 ml (diperoleh 4 botol). Kemudian botol-botol yang telah berisi medium disterilkan dengan autoklaf.

2.2 Pembuatan media PDA

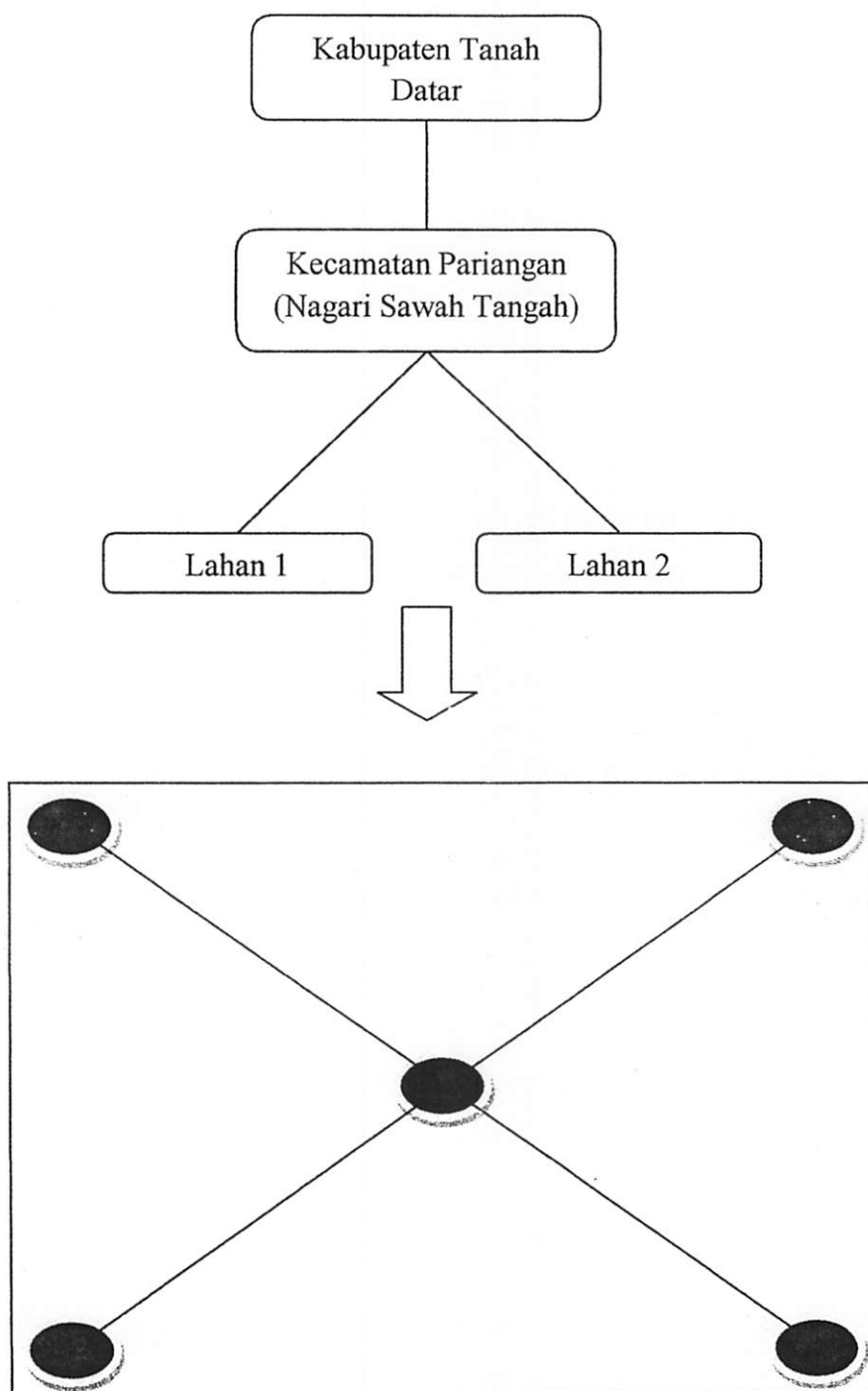
A. Bahan dan Alat

Pada pembuatan media PDA membutuhkan bahan-bahan seperti, kentang 250 gr, dekstrosa 20 gr, aquadest 1 liter, agar-agar 2 bungkus dan kloramfenikol 2 tablet. Alat-alat yang digunakan yaitu gelas piala berukuran 2 liter, kompor listrik, batang pengaduk dan autoklaf.

B. Cara Pembuatan

Kentang dibersihkan dan dipotong dadu berukuran ± 2 cm kemudian direbus dengan akuades secukupnya sampai airnya berubah menjadi keruh. Air rebusan kentang disaring dan ditambahkan dengan dekstrosa, agar dan kloramfenikol dan akuades sampai volumenya menjadi 1 liter lalu direbus lagi sampai mendidih. Setelah itu media yang telah mendidih dituang kedalam botol scot ukuran 250 ml (diperoleh 4 botol) dan botol-botol yang telah berisi media tersebut disterilkan dengan autoklaf.

Lampiran 3. Skema lokasi pengambilan sampel tanah



Keterangan :

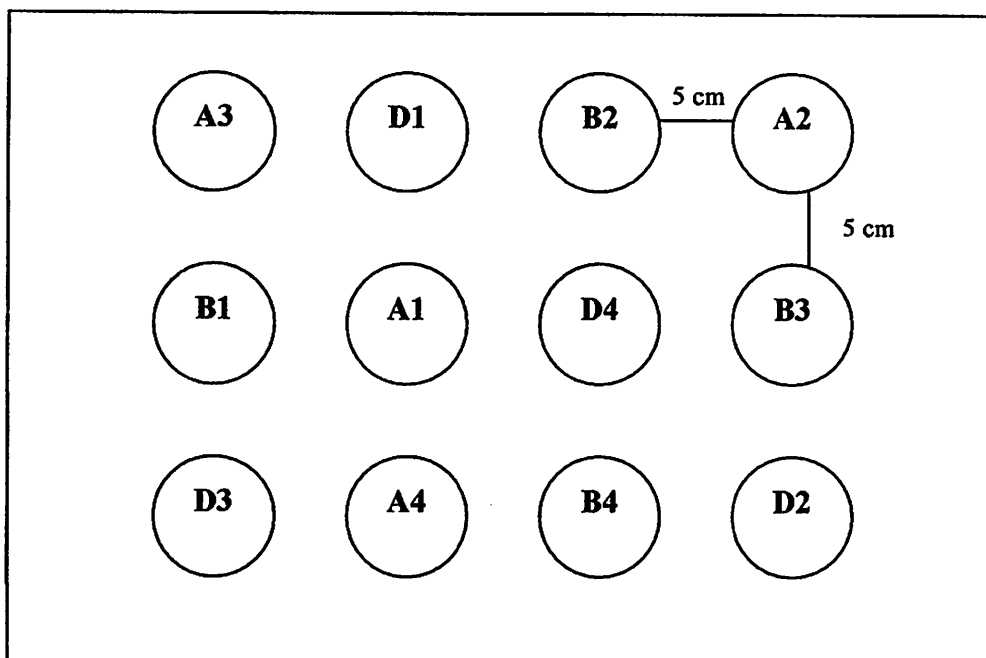


: Sampel tanah yang diambil pada lahan kacang tanah

*

: sampel diambil secara diagonal dalam satu lahan petani.

Lampiran 4. Denah penelitian di laboratorium menurut RAL



Keterangan :



: cawan petri kaca

A s/d D : perlakuan (banyak perlakuan tergantung jumlah isolat yang diperoleh)

1 s/d 3 : ulangan

Lampiran 5. Lahan kacang tanah tempat pengambilan sampel tanah

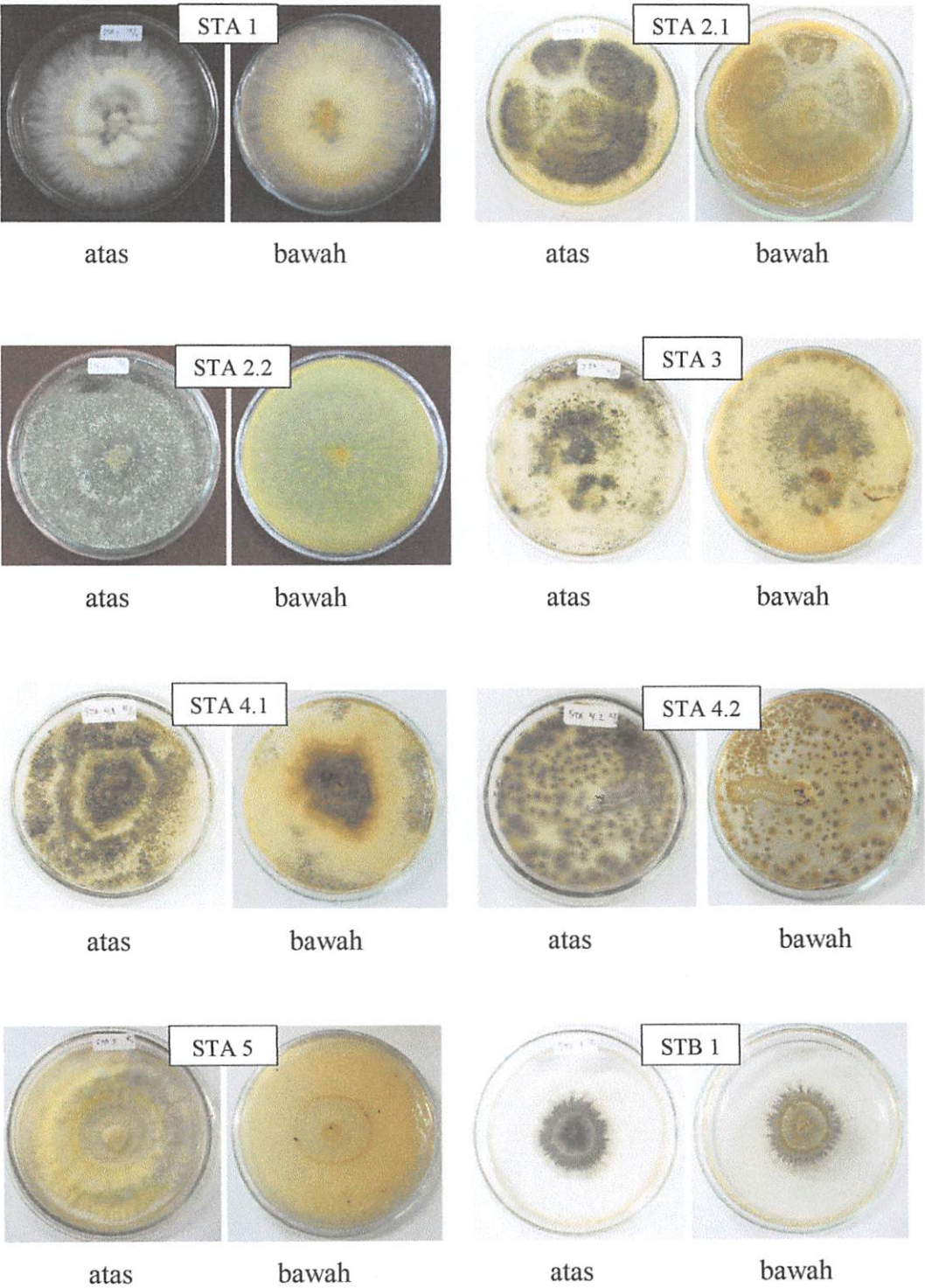


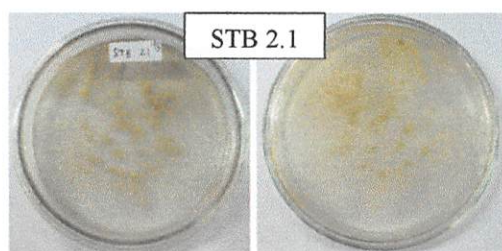
Lokasi A di Nagari Sawah Tengah (Luas $\pm 560 \text{ m}^2$)



Lokasi B di Nagari Sawah Tengah (Luas $\pm 800 \text{ m}^2$)

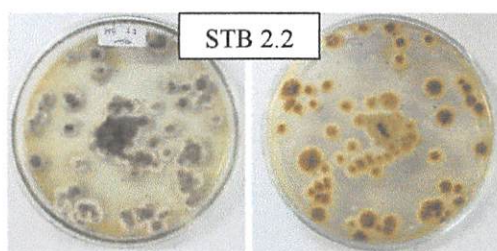
Lampiran 5. Koleksi isolat cendawan rizosfir





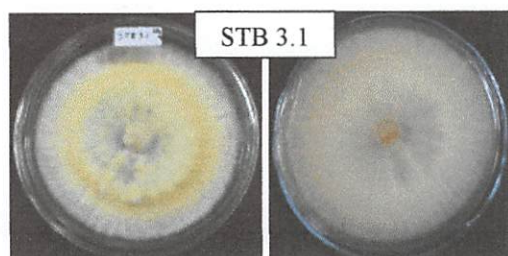
atas

bawah



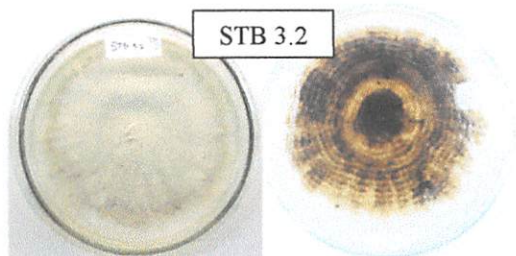
atas

bawah



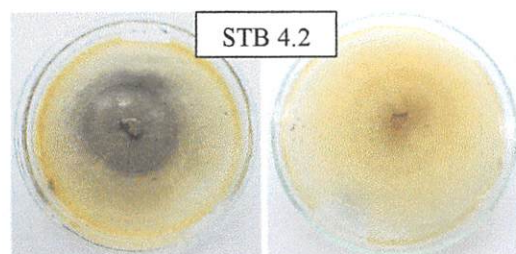
atas

bawah



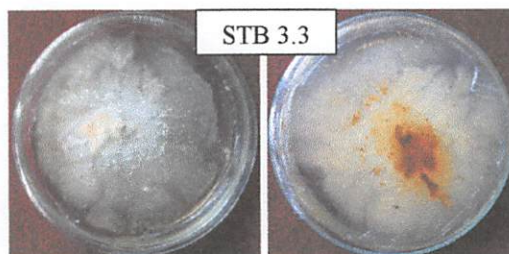
atas

bawah



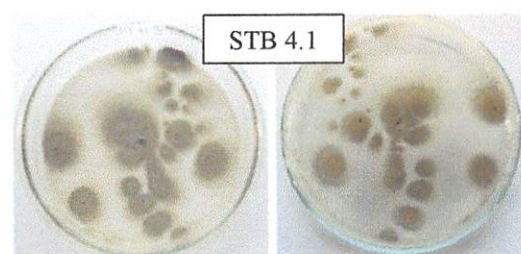
atas

bawah



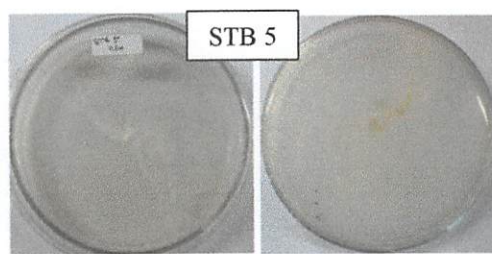
atas

bawah



atas

bawah



atas

bawah

Lampiran 7. Analisis sidik ragam

1. Mortalitas Larva

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	4	2533,34	633,335	5,278*	3,48
Sisa	10	1200	120		
Total	14	3733,34			

KK = 29,87%

* = berbeda nyata

2. Persentase Pupa Terbentuk

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	4	2493,34	633,335	3,46tn	3,48
Sisa	10	1800	180		
Total	14	4293,34			

KK = 22,11%

tn = tidak berbeda nyata

3. Persentase Imago Terbentuk

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	4	6426,66	1606,665	21,9088*	3,48
Sisa	10	773,34	73,334		
Total	14	7160			

KK = 18,62%

* = berbeda nyata

Lampiran 8. Tabel rekapitulasi parameter pengamatan

Perlakuan	Parameter Pengamatan								Jumlah
	M _{Tm}	M _{Ez}	Em	LT ₅₀	PP	Ep	PI	Ei	
STB 3.1	1	1	1	2	1	2	1	2	11
STA 1	2	1	2	1	1	1	1	3	12
STA 5	1	1	3	3	2	3	1	1	15
STA 2.2	3	1	4	4	2	4	2	4	24

*jumlah angka paling kecil merupakan rangking penilaian terbaik untuk cendawan yang memiliki patogenisitas tinggi.

Keterangan : M_{Tm} = mortalitas larva *Tenebrio molitor*,
M_{Ez} = mortalitas larva *Etiella zinckenella*,
Em = efektivitas terhadap mortalitas larva,
PP = persentase pupa terbentuk,
Ep = % penekanan terhadap pupa terbentuk,
PI = persentase imago terbentuk,
Ei = % penekanan terhadap imago terbentuk.